

# VŠB - Technická univerzita Ostrava

---

Fakulta strojní

Ústav letecké dopravy



Technologie mytí vnějšího povrchu letadla

Aircraft Cleaning and Washing Technology

Student:

Pavel Hanousek

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Lubomír Pala

Ostrava 2011

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Institut dopravy

## Zadání bakalářské práce

Student: **Pavel Hanousek**  
Studijní program: B3712 Technologie letecké dopravy  
Studijní obor: 3708R038 Technologie údržby letecké techniky  
Téma: Technologie mytí vnějšího povrchu letadla  
Aircraft Cleaning and Washing Technology

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Teorie mytí letounů
3. Rozbor procesu mytí letounu
4. Návrh inovací, Zpracování technologického postupu
5. Závěr

BP musí v rámci úvodu obsahovat kapitolu se stanovením cílů práce a v závěru zhodnocení dosažených cílů.

Seznam doporučené odborné literatury:

Aircraft Maintenance Manual (AMM) pro Boeing B737-300/400/500  
AMM pro Boeing B737-600/700/800/900  
Internet

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lubomír Pala**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011

doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 22. května 2011



.....

podpis studenta

## Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB - TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO v případě zájmu z její strany uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je v takovém případě oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 22. května 2011

Podpis:  .....

Jméno a příjmení autora práce:

Pavel Hanousek

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Berlínská 2748/2, 390 05 Tábor

## **Anotace bakalářské práce**

Hanousek, P. *Technologie mytí vnějšího povrchu letadla, bakalářská práce*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2011, 58 str. Vedoucí práce: Ing. Lubomír Pala

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem inovací a zpracováním technologického postupu mytí letounu. Koncepce práce byla směřována k maximálnímu využití komunálně dostupných materiálů a zohlednění omezených finančních možností. Jsou zde popsány technologické postupy při provádění procesu mytí a shrnutá problematika údržby jako taková. Zhodnocen je rovněž současný stav a je proveden návrh na optimalizaci procesu. V závěru práce je uvedena doslovně přeložená část manuálu Boeingu 737 - 600/700/800/900/, jenž se věnuje procesu mytí letounu.

## **Annotation of bachelor thesis**

Hanousek, P. *Aircraft Cleaning and Washing Technology, Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2011, 58 p, Thesis Head: Ing. Lubomír Pala

This bachelor thesis describes the design innovation and processing technology process cleaning airplane. The concept of work has been directed to maximize the use of municipal and materials available taking into account the limited financial resources. There are technological methods in the implementation process of washing and summarized issues such as maintenance. Evaluation is also the current status and is done to optimize the design process. The conclusion is presented verbatim translation of the manual for Boeing 737 - 600/700/800/900/, which focuses on the process of cleaning the airplane.

## Obsah

<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	<b>8</b>
<b>0 Cíle bakalářské práce</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Teorie mytí letounu</b> .....	<b>11</b>
2.1 Technologie mytí vnějšího povrchu letadla v zimním období.....	13
2.2 Popis jednotlivých zařízení vhodných pro mytí velkých letounů .....	16
Elephant Beta - 15 DeIcer .....	16
Elephant Beta Aircraft DeIcer .....	19
2.3 Mytí podvozku velkých letadel .....	21
2.4 Popis zařízení vhodného pro mytí středních a malých letounů .....	23
2.5 Systém Real Instant Warm .....	25
2.6 Technologie mísení leteckých odmrazovacích kapalin.....	27
<b>3 Rozbor procesu mytí letounu</b> .....	<b>30</b>
3.1 Postup při mytí letounu .....	30
3.2 Koroze letounu .....	33
3.3 Způsoby protikoroze ochrany letounu .....	36
<b>4 Návrh inovací, zpracování technologického postupu</b> .....	<b>38</b>
4.1 Návrh postupu mytí letounu .....	38
4.2 Manuál na mytí Boeingů řady 737 - 600/700/800/900 .....	41
<b>5 Zhodnocení cílů bakalářské práce</b> .....	<b>48</b>
<b>6 Závěr</b> .....	<b>49</b>
<b>7 Použitá literatura</b> .....	<b>50</b>
<b>Přílohy</b>	

## Seznam použitých zkratk:

Reg.	Registration Number	Registrační číslo
EO no.	Serial Number	Výrobní číslo
QTY	Quantity	Množství
ML	Material List	Použitý materiál
TL	Tools List	Použité nářadí
Pt. no.	Part Number	Číslo sekce (procesu)
Spec.	Specification	Specifikace
Or. doc	Origin Documents	Původ dokumentu
GAL	Gallon	Galon (měrná jednotka)
USA	United States of America	Spojené státy americké
dB	Decibel	Decibel (měrná jednotka)
kts	Knotts	Knoty (měrná jednotka)

## **0 Cíle bakalářské práce**

Cílem této bakalářské práce je získat komplexní náhled na problematiku technologie mytí vnějšího povrchu letadla. Objektivně zhodnotit současnou situaci a navrhnout vlastní řešení, které by usnadnilo práci zaškolenému personálu údržby letadel.



# 1 Úvod

Tato práce, jejímž tématem je návrh inovací technologie mytí vnějšího povrchu letadla, se nezabývá pouze návrhem samotným, ale pojednává i o problematice spjaté s údržbou letounu jako takovou.

V práci jsou popsány technologické postupy pro technický personál údržby, dále je zde popsán stávající stav s užitím moderních zařízení, v sekci návrhu vlastního řešení jsou navrženy inovace, jak tento stav změnit a celou práci uzavírá doslovně přeložená část manuálu na mytí Boeingu 737 - 600/700/800/900.

Tato práce, a veškerý její obsah, je zpracována pro klimatické podmínky, které panují v naší republice a řeší pouze technologie mytí vnějšího povrchu letadla.

## 2 Teorie mytí letounu

Každá letecká společnost zajišťuje mytí letadel v takovém rozsahu, aby jejich letadla nejevila trvalé známky znečištění. Význam této činnosti je nejen estetický a reklamní, ale má svůj podíl i při ochraně povrchu letounu proti korozním vlivům a na závěr ovlivňuje i letové výkony.

Podle podmínek a finančních prostředků, zřizují letecké společnosti pracoviště pro mytí a čištění letadel na odstavné ploše mimo hangár, v hangárové hale nebo budují mycí boxy. Úroveň technologie a organizace práce ovlivňuje vybavenost pracoviště a jiná kritéria:

1. rozměry letadla
2. velikost letadlového parku
3. klimatické podmínky
4. vodohospodářské podmínky

Přístup k vrchním plochám letadel zajišťuje standardní vybavení určené na údržbu a opravu letadel - montážní schody, lavice a montážní gondoly. Dále se používají speciální zařízení vyrobené k tomu účelu - polodoky nebo vysouvací plošiny zavěšené na stropě.

Spodní plochy letadla jsou již dobře přístupné přímo ze země a tak k jejich mytí není potřeba složité mechanizace.

K odstranění nečistot z povrchu letadla se využívají pomůcky a zařízení různé technické úrovně, od hadrů a kartáčů na násady až po mechanické kartáče a leštiče. V poslední době se používají vysokotlaká zařízení, obvykle řešené jako víceúčelové, kterými se stříká povrch letounu vodou o tlaku až 6 MPa a teplotě až 80°C. Zařízení jsou vybavena průtokovým ohříváčem vody a dávkovačem čisticího prostředku.

Mytí a čištění letadel se provádí buď v průběhu jednotlivých stupňů technických prohlídek, nebo mimo rámec, podle daného technologického postupu a stupně znečištění letadla.



*Obr. 2.1 - Mytí letounu pomocí vysokotlakého zařízení [Manual - Vestergaard]*



*Obr. 2.2 - Mytí letounu v hangárové hale [Lufthansa - technik.com]*

Letecké společnosti musí udržovat letoun i v době nepříznivých klimatických podmínek. V zimním období letouny trápí především vrstva sněhu, ledu nebo námrazy na povrchu letadla. Přes tyto nánosy nemůže být povrch letadla efektivně očištěn, proto se plochy odmrazují. Odmrazování je ve své podstatě způsob mytí vnějšího povrchu letadla v zimním období.

## 2.1 Technologie mytí vnějšího povrchu letadla v zimním období

Vrstva sněhu, ledu nebo námrazy na povrchu letadla v zimním období má vliv na:

1. výkonové charakteristiky letadla
2. stabilitu letadla a jeho ovladatelnost.

V závislosti na povětrnostních podmínkách a čase, který je k dispozici, se provádí odstraňování námrazy těmito způsoby nebo popřípadě jejich kombinací:

1. mechanicky
2. chemicky
3. horkou vodou
4. teplým vzduchem

**Mechanický způsob** se využívá v případě, kdy je povrch letadla pokryt čerstvě napadeným sněhem nebo sněhem, který není k povrchu letadla přimražený.



*Obr. 2.3 - Čištění letadla od sněhu na Bruselském letišti [Manual - Vestergaard]*

**Chemický způsob** odmražení se provádí postřikem povrchu letadla odmrazovací kapalinou OK 69. Postřik se provádí po směru vanoucího větru postupně od vyšších míst letadla k nižším. Tato kapalina je velice důležitá, zabraňuje kritickým situacím, které mohou způsobit snížení aerodynamiky křídla. Tato situace může dramaticky změnit tvar kormidla, zvýšit hmotnost a tím zapříčinit špatnou ovladatelnost letounu.



*Obr. 2.4 - Vliv námrazy na letoun [maestrocleaning.com]*



*Obr. 2.5 - Odstranění námrazy z letounu - chemický způsob [Manual - Vestergaard]*

**Horkou vodu** použijeme v případě, že teploty jsou vyšší než  $-5^{\circ}\text{C}$ . Používaná voda může mít teplotu maximálně  $50^{\circ}\text{C}$  a při postřiku je nutné dbát na to, aby nevnikla do prostoru konstrukce jednotlivých částí letadla, plnicích hrdel, kloubových mechanismů atd. Po odstranění námrazy se provádí preventivní postřik chemickou kapalinou nebo vytření ploch do sucha.

**Teplý vzduch** se používá k odstranění námrazy z menších částí letadla. Teplota vzduchu z odmrazovacího agregátu musí být v mezích  $50 - 80^{\circ}\text{C}$ . Vzduch musí být čistý, bez zplodin hoření.

V závislosti na skutečných nebo očekávaných podmínkách lze provádět preventivní ochranu proti tvoření námrazy. Na suchý povrch letadla, nebo očištěný od námrazy a sněhu, se nanese vrstva chemické kapaliny. Ochranná vrstva chrání povrch letadla před vytvořením námrazy v závislosti na povětrnostních podmínkách po dobu 2 - 4 hodin.

Po odmrazení letadla je nutné zkontrolovat, zda nedošlo k natečení vody, sněhové kaše atd. Do vnitřních prostorů konstrukce letadla, kde by po opětovném zamrznutí mohlo dojít k ohrožení funkce systému letadla.

Zvýšenou pozornost je třeba věnovat kontrole štěrbin řídicích ploch, klapek a zkontrolovat jejich volný chod do krajních poloh. Okna pilotní kabiny musí být zbaveny zbytků chemické kapaliny, aby během vzletu stékající kapalina nezhoršovala výhled.

Vzhledem k tomu, že používané kapaliny jsou jedovaté, musí být při práci s nimi dodržována základní bezpečnostní opatření.

#### Druhy odmrazovacích kapalin:

- OK - 69 - lihová směs 90% lihu a 10% technického izopropylalkoholu  
(lze ji použít k odmrazení skel)
- MIL - A - 8243 - Kilfrost ABC
- DF - 22, Olins Chemicals
- SAS Specification STOM - 1449 - UCAR - 22, Olins Chemicals



## 2.2 Popis jednotlivých zařízení vhodných pro mytí velkých letounů

Moderní letiště již nyní využívají především stroje, které splňují všechny potřebná kritéria, mohou se pohybovat v jakémkoliv prostředí, jsou hospodárné a zajišťují vysoce efektivní, spolehlivé a hlavně bezpečné odmrazování.

V této části Vás seznámím s nejběžněji používanými stroji, které využívají společnosti na svých letištích. Jde především o stroje, které mají vysokou kvalitu, nízkou spotřebu kapaliny, snadnou ovladatelnost a přizpůsobí se všem klimatickým podmínkám.

- Elephant Beta - 15 DeIcer
- Elephant Beta Aircraft DeIcer



*Obr. 2.6 - Odstranění námrazy z letounu - pomocí stroje Beta - 15 [Manual - Vestergaard]*

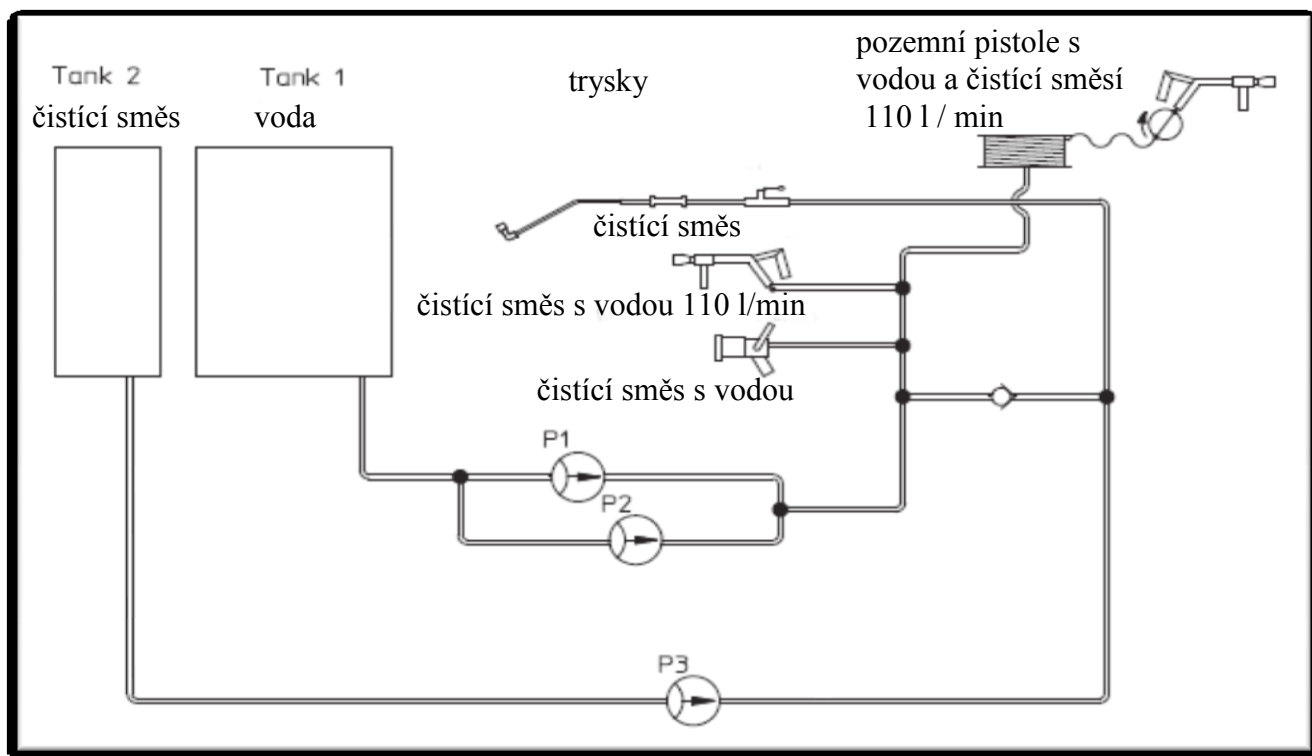
### Elephant Beta - 15 DeIcer

Elephant Beta - 15 DeIcer je jedno z moderních zařízení vyšší řady, využívané k čištění, odmrazování a celkové údržbě letounu. Elephant Beta - 15 DeIcer má všechny výše zmíněné vlastnosti. Letecké společnosti na tomto stroji ocení především vysokou úsporu kapalin a jeho celkové minimální provozní náklady.

Díky proporcionálnímu hydraulickému systému Elephant Beta - 15 DeIcer, jsou všechny jeho pohyby plynulé, s vysokým horizontálním dosahem. Jedná se o stabilní stroj, který nevyužívá žádné opěry, je velmi mobilní a má velkou kapacitu nádrže.



Obr. 2.7 a 2.8 - Horizontální dosah stroje Elephant Beta - 15 DeIcer [Manual - Vestergaard]

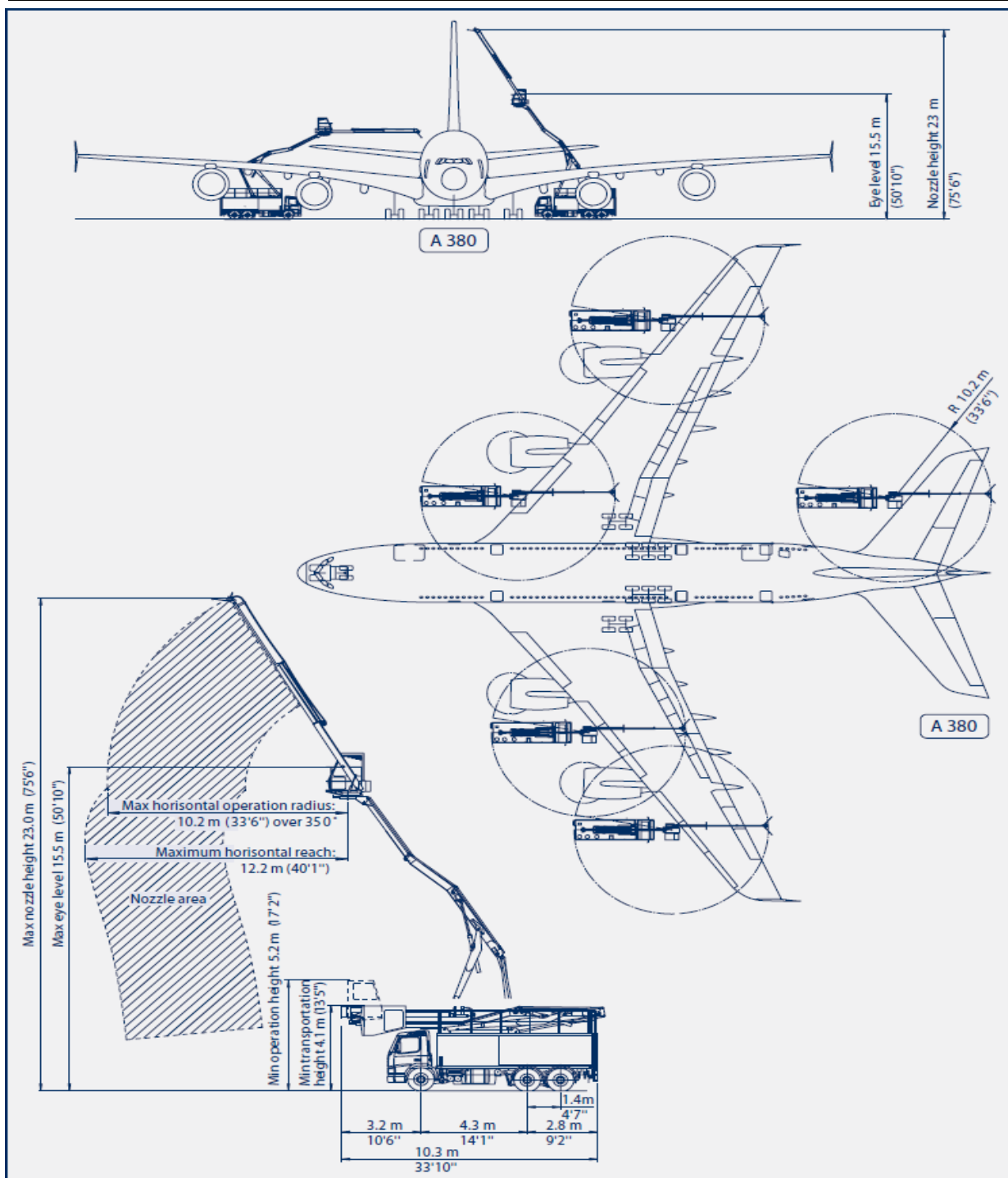


Obr. 2.9 - Náskres nádrže zařízení Elephant Beta - 15 DeIcer [Manual - Vestergaard]



Maximální výška v úrovni očí: 15,5 m  
 Maximální výška trysky: 23 m  
 Minimální výška trysky: 1,5 m  
 Minimální provozní výška: 5,2 m  
 Minimální výška (kabina složena): 4,1 m  
 Celková šířka: 2,5 m  
 Celková délka (v závislosti na velikosti nádrže): 10,3 až 11,7m

Celkový objem nádrže: 8000 nebo 11500 l  
 2100 nebo 3000 Gal (USA)  
 Celková hmotnost jednotky (v závislosti na velikosti nádrže): 30 až 36 tun (metrický)  
 Hlučnost v kabině: 70 dB (a)  
 Maximální rychlost větru: 40 kts  
 Maximální sklon terénu: 3 °



Obr. 2.10 – Návrh a technické specifikace zařízení Elephant Beta - 15 DeIcer [Manual - Vestergaard]

## Elephant Beta Aircraft DeIcer

Toto zařízení je využíváno na letištích především v zimních obdobích (v době mrazu). Využívá se pro postřiky, které jsou určené k rozmrazování. Jádrem koncepce Elephant Beta Aircraft DeIcer je poskytnout co nejkratší vzdálenost postřiku a zároveň co největší pracovní rozsah. Dlouhý dosah zajistí teleskopické postřikovací rameno, které umožňuje rychlé a efektivní nasazení a zároveň minimalizuje spotřebu kapaliny.

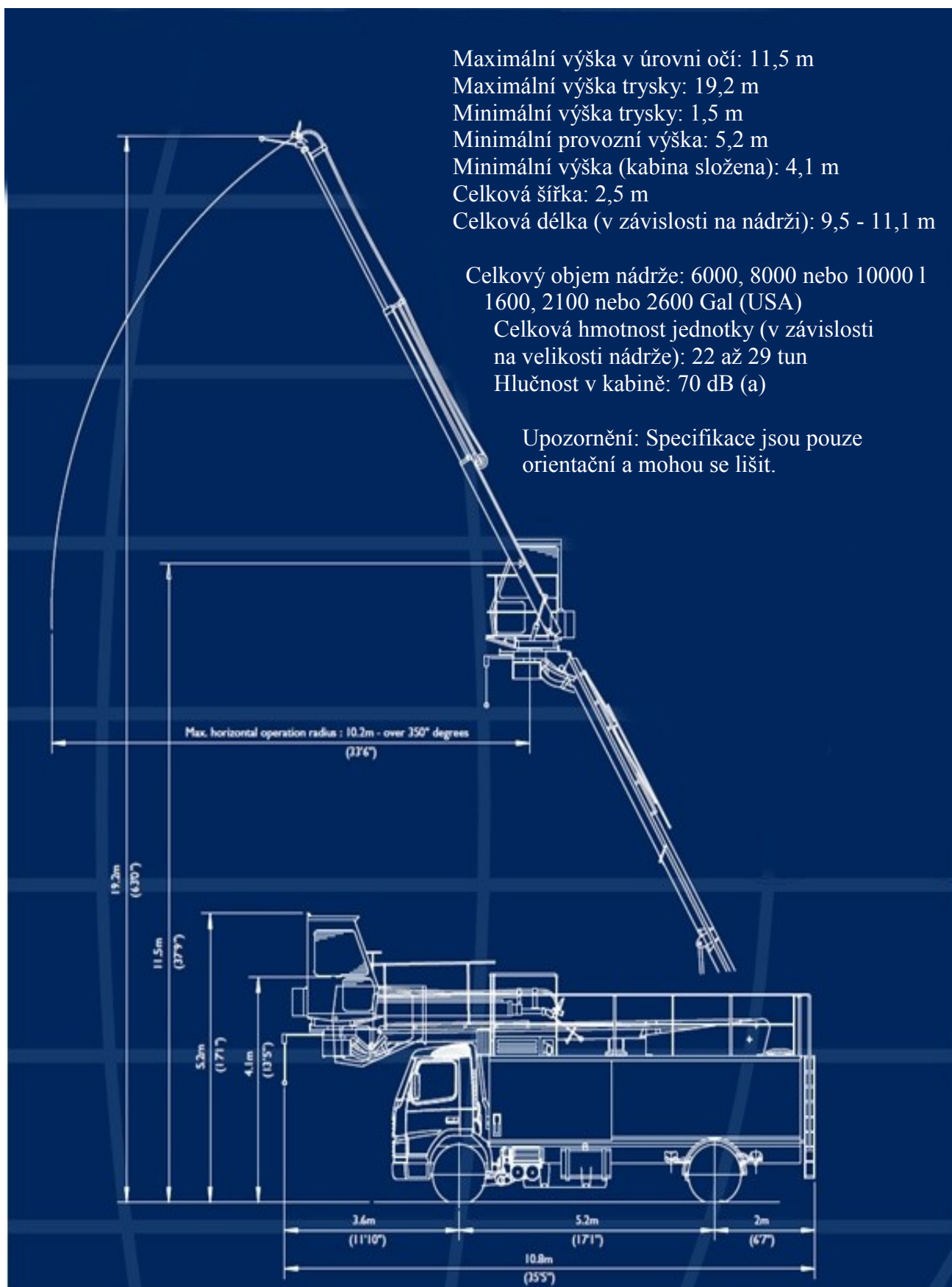
Tato koncepce umožňuje minimální pojezd vozidla a udržuje bezpečnou vzdálenost mezi vozidlem a letadlem. Hlavní osa zvedání působí svisle nad osou jednotky, která umožňuje hospodářskému subjektu zachovat pevné fix-body. Koncepce stroje poskytuje bezkonkurenční stabilitu i v těch nejtvrdějších pracovních podmínkách.

Zdvih ramena dosahuje maximální délky 10 m (33') a poskytuje tak postřik pomocí vertikální trysky v dosahu 19 m (63').

Provozní kabina stroje (navržena a certifikována pro dvě osoby) je bezpečně uchycena na ramenu. Tato kabina je ergonomicky navržena tak, aby zajišťovala maximální komfort i po delší dobu provozu. Samotná tryska stroje má jedinečnou ovladatelnost, která umožňuje postup postřiku od přední části letadla až k zadní, zatímco vůz je umístěn za odtokovou hranou křídla. Kontakt snímače je umístěn na tryskách a slouží k okamžitému zastavení pohybu ramena, aby nedošlo k poškození povrchu letadla.



*Obr. 2.11 - Elephant Beta DeIcer [Manual - Vestergaard]*



Obr. 2.12 – Nákres a technické specifikace zařízení Elephant Beta Aircraft DeIcer [Manual - Vestergaard]

## 2.3 Mytí podvozku velkých letadel

V této části Vás seznámím s novou metodou mytí spodních ploch letounu - DeIcer - UWD. Toto zařízení je určeno k usnadnění rozmrazování spodních ploch a částí letadla. Hlavní výhodou této koncepce je práce v uzavřené kabině - personál je maximálně chráněn proti postříkání rozmrazovací směsí. Přístroj je vyroben z nerezové oceli, jeho součástí je hydraulické a membránové čerpadlo, které zpracovává všechny druhy tekutin. K dispozici je i elektrické topení.



Obr. 2.13 – DeIcer - UWD [Manual - Vestergaard]

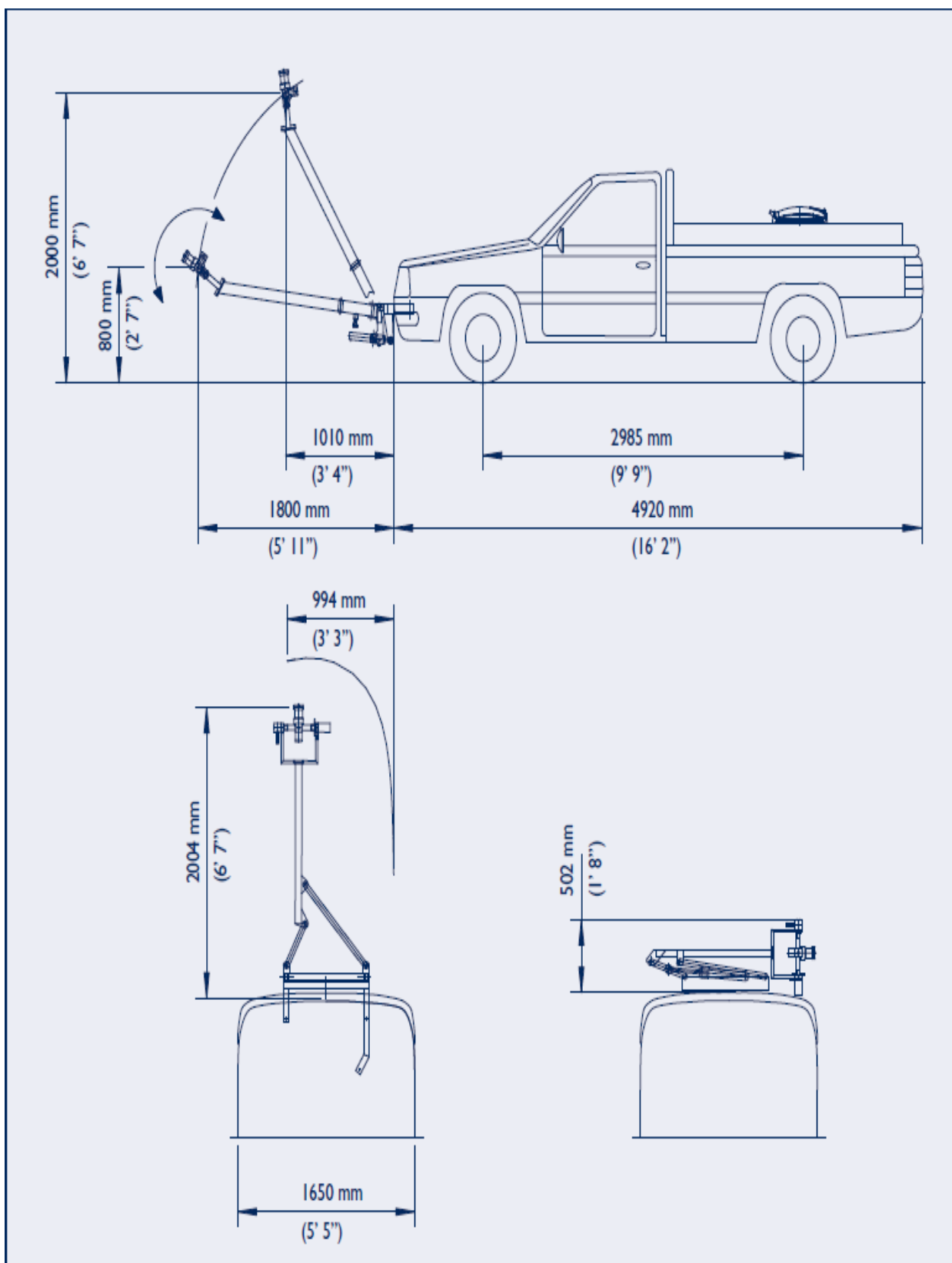
Trysky spojené s ramenem mohou pracovat horizontálně i vertikálně. Jsou připojeny na jeden joystick, který umožňuje zadávat maximálně přesné pohyby z kabiny řidiče. Letecké společnosti především ocení, že přístroj dokáže pracovat v extrémních klimatických podmínkách a zároveň disponuje nízkými provozními náklady.



Obr. 2.14 a 2.15 - Využití přístroje DeIcer – UWD [Manual - Vestergaard]

### Technické specifikace zařízení DeIcer - UWD:

Maximální výška trysky:	2,0 m (6'2")
Poloměr otáčení trysky:	45 ° horizontální, 90 ° vertikální
Maximální objem nádrže:	1000 l / 260 Gal (USA)
Hltnost, tlak čerpadla:	100 l / min. / 26 Gal (USA) / min. (10 bar)



Obr. 2.16 - Nákres a technické specifikace zařízení DelCer – UWD [Manual - Vestergaard]



## 2.4 Popis zařízení vhodného pro mytí středních a malých letounů

V této kapitole bych se rád zaměřil na konkrétní přístroj Compact Delcer Sigma, který je používán především při obsluze (mytí, čištění, lakování) středních a malých letounů.

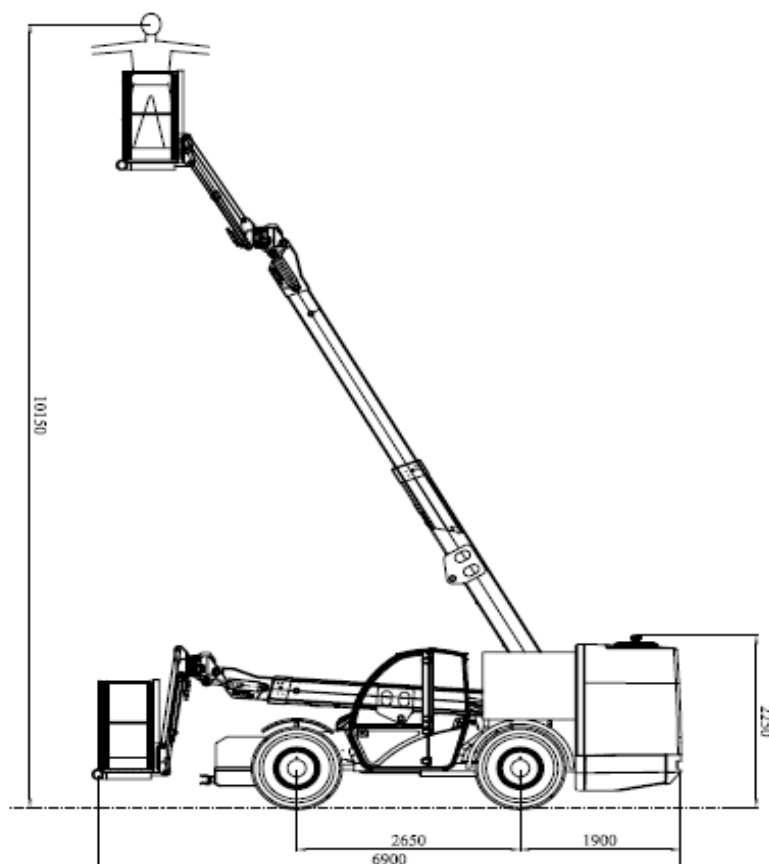
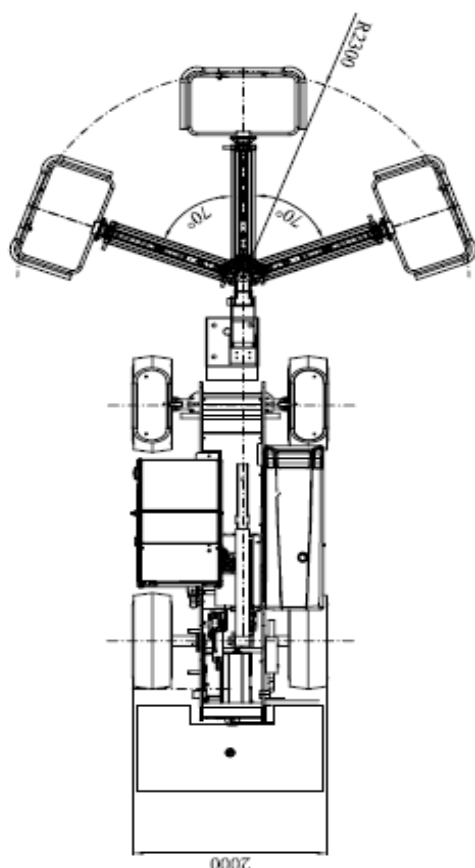
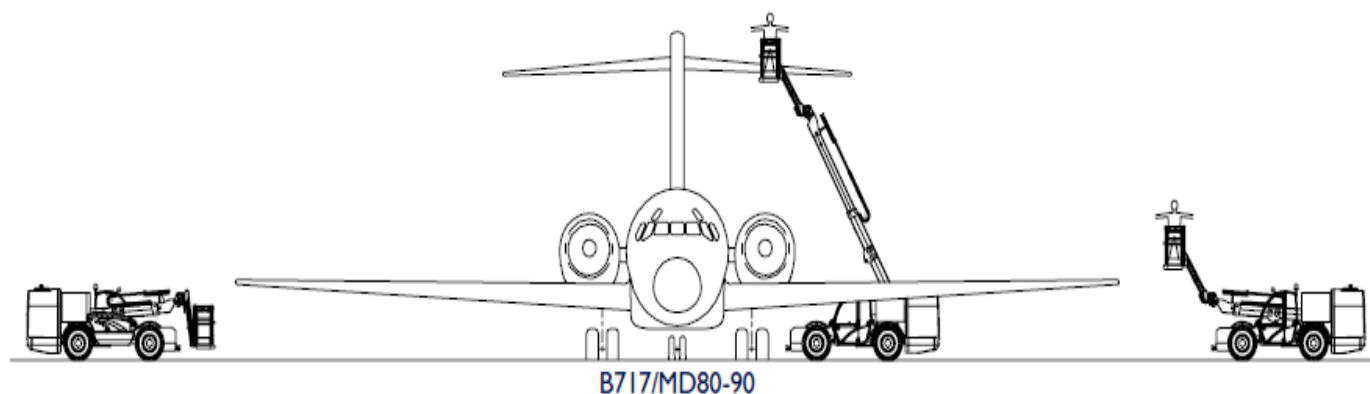


*Obr. 2.17 - Mycí přístroj Compact Delcer Sigma [Manual - Vestergaard]*

Compact Delcer Sigma je zařízení určené např. pro Boeing řady 757/767. Jeho maximální dosah do výšky činí 10 metrů. Přístroj má robustní diesellový motor a hydrostatický pohon. Vyniká svým designem, vysokou obratností, samohybným podvozkem, bohatou nabídkou možností a v poslední řadě je i velmi hospodárný (snadno cenově dostupný). Celé zařízení je vysoce kompaktní a může být ovládáno pouze jedním pracovníkem a to z koše. Nosnost koše je 200kg. Maximální objem nádrže činí 2300 l.



*Obr. 2.18 – Použití mycího přístroje Compact Delcer Sigma [Manual - Vestergaard]*



#### Standardní vlastnosti:

- Podvozek: Dalekohledový nakladač
- Motor: Vznětový
- Hydrostatický pohon
- Maximální výška trysky: 10 m
- Maximální otáčení: 6,0 m
- Maximální ADF průtok: 150 l / min
- Objem nádrže: 2300 l
- Poloměr otáčení (c - k - c): 6,2 m
- CE schvalování  
(ověřeno třetí stranou)

- Splnění CE12312 - 6 norem
- Vejde se do standardního kontejneru pro snadnou přepravu

#### Volitelné funkce:

- One - man provoz
- Jedna nebo dvě nádrže

#### ADF vytápění:

- Elektrické (36kW)
- Diesel hořák (80 kW nebo 160 kW)

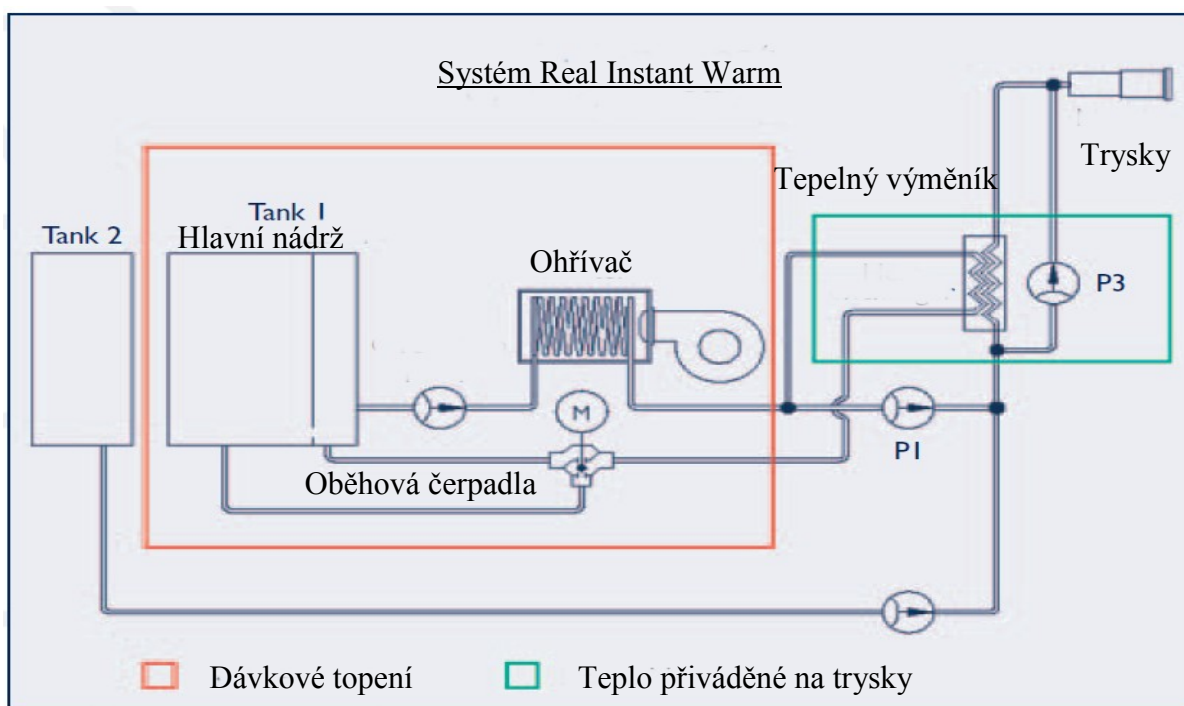
Obr. 2.19 – Návrh a technické specifikace zařízení Compact DeIcer Sigma [Manual - Vestergaard]

## 2.5 Systém Real Instant Warm

Některá zařízení určená k odmrazování povrchu letadla jsou vybavena systémem Real Instant Warm. Princip tohoto systému je v instalaci dávkovače tepla (vnitřního ohřevu kapaliny) v systému Hot At Nozzle, což podstatně zlepší odmrazovací operaci.

Systém odmrazování má zabudovaný účelně navržený zdroj tepla v podobě palivového spalování s extrémně vysokou účinností. Díky tomu se maximální teploty kapaliny v běžném případě dosáhne během 20 - 40 minut. Tento časový úsek je však ovlivněn kapacitou ohřívače, objemem palivové nádrže a počáteční teplotou. Dávkové topení značně zkracuje požadovaný čas pro dosažení horké kapaliny připravené ke smíchání s nemrznoucí směsí. Dávkovací nádrž je malá součást vnitřní hlavní nádrže. Její obsah bude zahřátý jako první a to proto, aby dosáhla požadované teploty kapaliny, vhodné pro ostřik povrchu letadla, a to ve velice krátkém čase. Ventil následně otevře větší část nádrže s kapalinou, která se pak také zahřeje.

**Hot At Nozzle** je systém, zajišťující u externích linek rozstřík horké kapaliny ven mimo rozstříkovací trysku. Tato technologie je k dispozici pro systémy se smíšenými kapalinami, tzn. pro systémy s mísícími prvky. Zabraňuje úniku tepla a neefektivnímu plýtvání médiem.

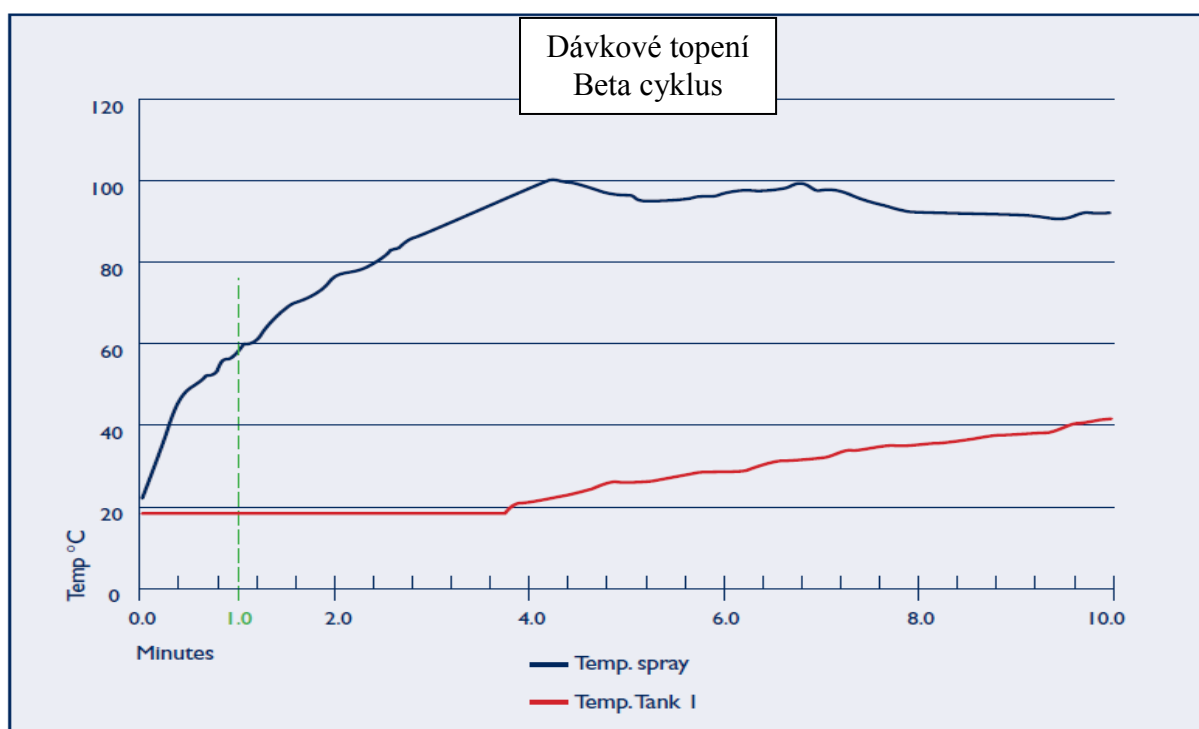


Obr. 2.20 – Náskres oběhu systému Real Instant Warm [Manual - Vestergaard]





Obr. 2.21 – Ostřík odmrazovací směsí [Manual - Vestergaard]



**Specifikace:**

Výstup ohřivače (typický): 230 kW nebo 575 kW

Tepelná účinnost ohřivače: (> 90 %)

Zajištění výkonu: standardní nafta

Vytápění trubice: cívka z austenitické nerezové oceli

Hasicí systém: automatický

Obr. 2. 22 – Graf beta cyklu a technické specifikace dávkového topení [Manual - Vestergaard]

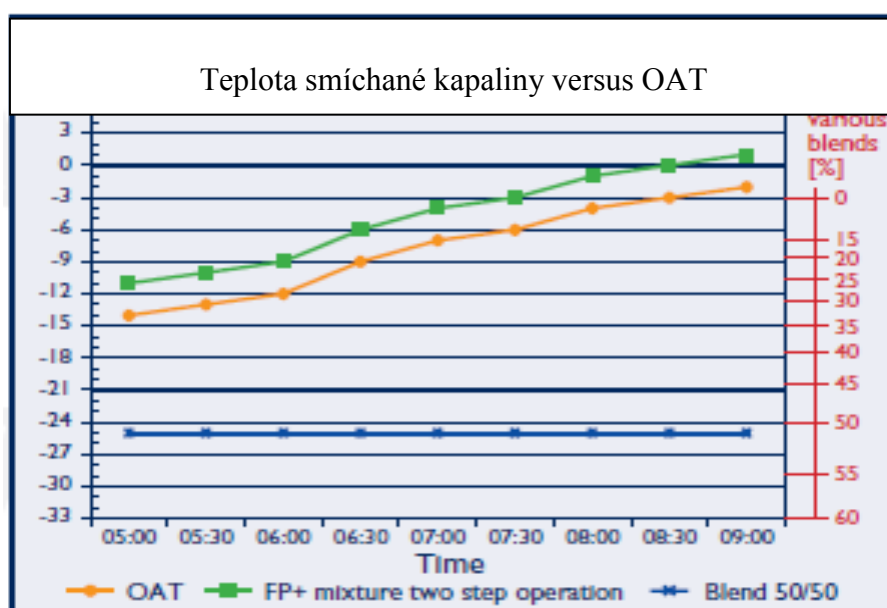
## 2.6 Technologie mísení leteckých odmrazovacích kapalin

Freeze Point+ je technologie, která se zaměřuje na obsah glykolu a jeho následnou minimalizaci, což umožňuje odstranění námrazy pomocí smíchané kapaliny s využitím minimálního přípustného množství glykolu.

Je to systém, jenž prošel normami pro letecký průmysl, zaměřenými na používání glykolu při odmrazovacích operacích. Byl vyvinut v každém detailu s využitím automatizace a zároveň je prověřen desítkami let zkušeností z provozu. Freeze Point+ je určen jako pomocník pro proškolený personál s úkolem poskytnout bezpečný a bezproblémový let. Současně snižuje náklady určené na odmrazovací operace.

V současné době u konvenčních odmrazovacích systémů, musí provozovatelé dobře zvolit správné odmrazovací kapalnou směs tak, aby je na základě nejnižší předpokládané teploty mohly používat v průběhu celé odmrazovací operace. Až dosud byly tyto praktiky jediným způsobem, jak zajistit úspěch operace tak, aby nebyly porušeny bezpečnostní normy. S Freeze Point+ systémem může provozovatel bezpečně použít smíchanou kapalinu s využitím minimálního přípustného množství glykolu za každého počasí.

Kontrolní bod teploty kapaliny si Freeze Point+ systém automaticky nastaví v souladu s teplotou venkovního vzduchu.

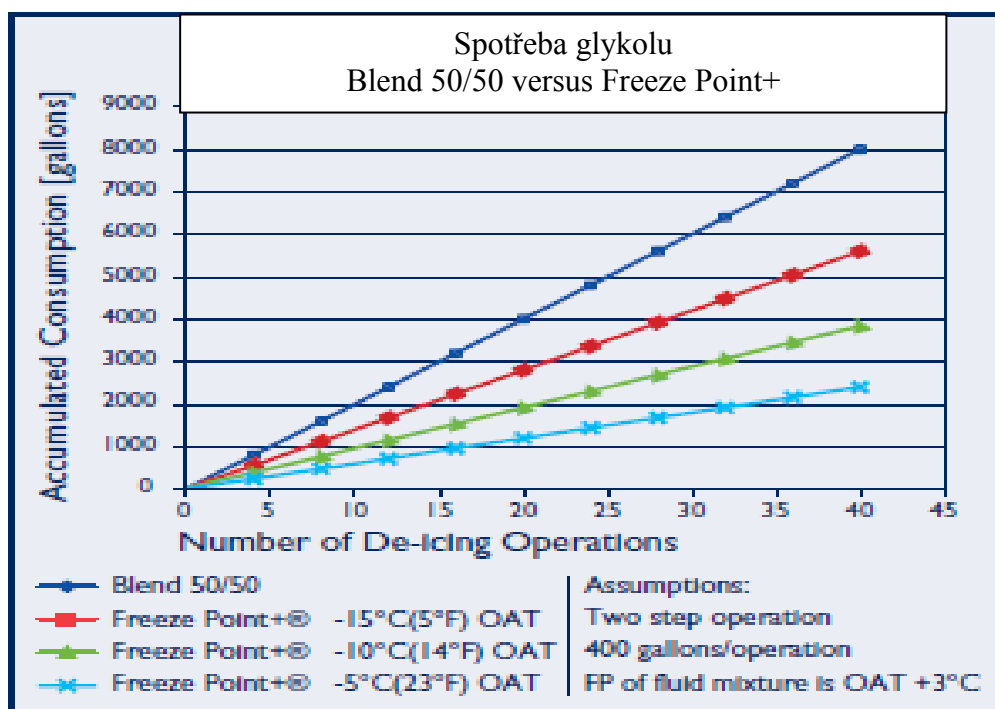


Obr. 2.23 – Graf poměru teploty smíchané kapaliny oproti teplotě OAT [Manual - Vestergaard]

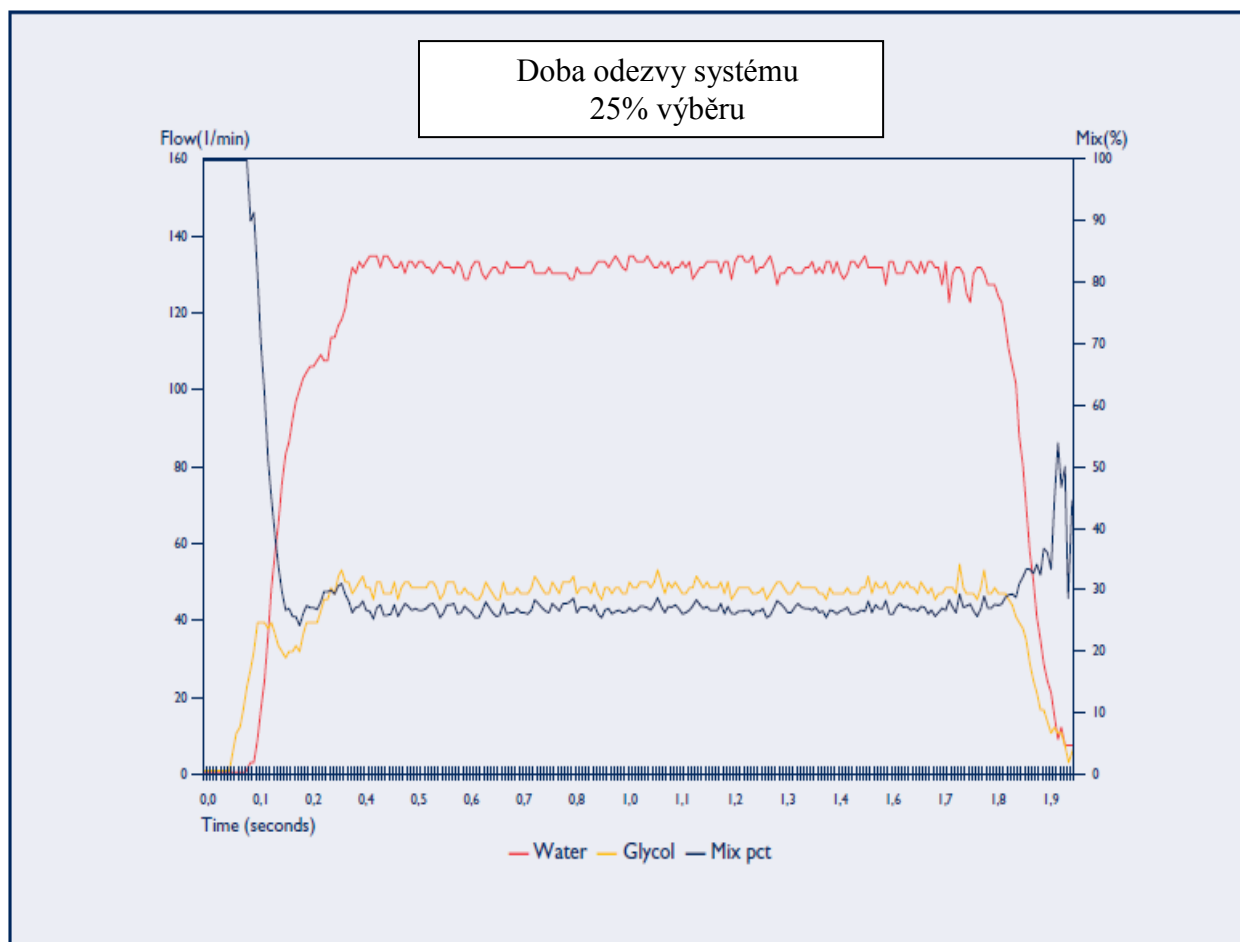
## Zkušenosti se systémem Freeze Point+

Hlavním cílem systému Freeze Point+ je zajistit správný poměr obsahu směsi, který není závislý na průtoku kapaliny. Sledováním bylo zjištěno, že poměr směsi a průtok pro každou kapalinu se ukázaly být lepší v průměru o 10% oproti ostatním konkurenčním systémům. Velkou roli zde hraje bezpochyby i čas, v jakém systém reaguje na měnící se teploty. Systém Freeze Point+ může změnit bod mrazu odmrazovací kapaliny do 0,5 sekundy. Tento systém se ve Vestergaardu provozuje již od roku 1989. Spolehlivost systému je nepřekonatelná. V provozu se nachází více jak 100 odmrazovacích jednotek s tímto nainstalovaným systémem. Dokonce i feed - back zprávy jsou naprosto vynikající. Skutečné úspory kapaliny však závisí hlavně na srážkách, teplotě a dalších proměnných. Avšak úspory jsou ve srovnání oproti běžným odmrazovacím systémům až o 50% nižší, alespoň podle důsledných hlášení.

Stejně jako u všech zařízení společnosti Vestergaard, i zde byly všechny podsystémy navrženy, vyvinuty, testovány a pak re-testovány, aby zajistily, že Freeze Point+ provádí bezchybnou práci i v těch nejnáročnějších podmínkách. Tento systém je efektivní, účinný, a funguje na stejně vysoké úrovni provozuschopnosti, kterou zákazníci očekávají od všech zařízení, které kdy byly vyrobené ve společnosti Vestergaard.



Obr. 2.24 – Graf spotřeby glykolu systému Blend 50/50 oproti spotřebě systému Freeze Point+ [Manual - Vestergaard]



Specifikace:

Směšovací poměr: 150 D - 80 %

Přesnost:  $\pm 0,5$  %

Alarmující meze: 2 % /  $\ddot{O}$ 1 %

Maximální průtok: 150 D - 240 l / min. (USA 40 D 65 Gal / min.)

Doba odezvy systému: 0,4 sekundy

Obr. 2.25 – Graf odezvy systému Freeze Point+ a technické specifikace tohoto systému [Manual - Vestergaard]

Těmito konkrétními systémy (Real Instant Warm, Freeze Point+), jsou vybaveny všechny moderní zařízení, výše zmíněné v této části práce.

### 3 Rozbor procesu mytí letounu

V této části se budeme věnovat především detailnímu rozboru mytí letounů, zahrnujícímu správný a pokud možno co nejekonomičtější postup. Samozřejmě je důležité letadlo umýt tak, aby bylo před i po servisu čisté, avšak proč jej společnosti čistí? Je to čistě z estetických, či jiných, mnohem důležitějších důvodů? Jedním z hlavních cílů mytí je zpomalit nebo snížit výši koroze vyskytující se v draku letadla. Ostatní otázky se točí kolem bezpečnosti (lepší a jasnější výhled skrze okna, eliminace uklouznutí při nastupování nebo vystupování na oleji či výfukové hnilobě, atd.) a také kolem výkonových charakteristik letounu (menší spotřeba paliva, lepší řiditelnost, atd.). Nejdůležitějším důvodem je však aspekt bezpečnosti. Jde o příležitost pro důkladnou kontrolu letounu. Během mytí si personál povšimne např. rozkladu těsnění, poškozených plastových dílů, volného kování a zámků, či jiných potenciálních problémů.

#### 3.1 Postup při mytí letounu

Teď, když jsme zjistili, proč vůbec budeme letadlo mýt, se dostáváme k samotnému procesu provedení práce. Vybavení potřebné pro práci je obvykle: čisticí kapalina, vysokozdvizný vozík, kartáče s napojením na hadice s vodou a pěnový aplikátor pro použití čisticí kapaliny. Jedná se o preferovaný způsob použití čisticí kapaliny na letounu a další předměty osobní preference.



Obr. 3.1 - Mytí podvozku letounu [midislandair.com]

Všimněte si, že mycí zařízení není v tomto seznamu! Těmto zařízením byla věnována předchozí kapitola. Na umytí letadla používáme výhradně výrobky, které byly navrženy a schváleny pro použití na letadla. Prostředky určené pro automobily často obsahují vysoce korozní složky, které mohou poškodit letoun. Certifikované čističe byly důkladně testovány na materiálech nacházejících se na letounu. Testy těchto čističů prokazují, že letadlo nebude po jejich použití nijak poškozeno a nezhorší se žádná část konstrukce. Existuje mnoho složek komerčních a domácích čisticích prostředků, které mohou nenávratně poškodit kompozitní substráty, akryl, kaučuk a syntetické materiály včetně těsnění. Především nikdy nepoužívejte čisticí prostředky obsahující rozpouštědla. Takovéto čističe mohou poškodit těsnění na kloubové hlavici a podobně.



*Obr. 3.2 - Mytí letadla pomocí speciálních kartáčů [airtoground.com]*

Nyní, když máme správné prostředky, můžeme začít s procesem mytí. V první řadě lehce opláchneme celé letadlo, tím odstraníme sypké materiály jako je prach a špína, které mohou poškrábat povrch. Dále pak použijeme čisticí kapalinu. S tímto koncentrovaným roztokem umyjeme veškeré záhyby na letadle včetně brzd a kol, výfukové stezky, pruhy a také části kolem ložisek. Dále použijeme kartáč s měkkými štětinami s přípojem vody či čisticí kapaliny a umyjeme zbylé části letadla.

Všechny čisticí prostředky vyžadují fyzickou námahu a to i navzdory tvrzení výrobců, jež slibují zázraky! Produkty, které nevyžadují pohyb či aktivitu na povrchu jsou příliš agresivní pro použití na letadle a mohou obsahovat i toxické látky. Proces čištění letadla můžeme rozdělit na jednotlivé oddíly a oplachování provádíme na konci každého oddílu.

Po důkladném očištění všech oddílů letoun lehce opláchneme pomocí hadice. V tomto okamžiku můžeme letoun navoskovat. Pokud budeme nanášet vosk, měli bychom být opět mimořádně opatrní a ověřit si, zda se jedná o vosk určený pro letadla. Mnoho leštidel totiž obsahuje nesčetné množství rozpouštědel a uhlovodíků, které by neměly být použity na letadle. Některé přípravky také mohou vytvořit na povrchu film, který zachytí skvrnu a uzamkne ji na povrchu, tím bude příští čištění letounu výrazně obtížnější.



*Obr. 3.3 - Čištění čelního skla [advanceddetail.com]*

Mnoho produktů může zanechat na čelním skle film. Tím se může vytvořit optické zkreslení nebo halo efekt. Obě tyto situace mohou být velmi nebezpečné. Haloing je termín pro jev, kdy se na skle vytvoří duha kruhového obrazu, která vychází z pevného povrchu. To může být velmi nepříjemné a zvláště pak nebezpečné, protože snadno dojde k zakrytí vidění mimo čelní sklo. Proto bych rád zdůraznil metodu mytí čelního skla! Při tření hadrem, houbou nebo dokonce prsty, **Vždy třeme kolmo k obzoru. Toto je nesmírně důležité.**

Jak již jsem dříve výše zmínil a uvedl, je koroze letounu jedním z hlavních důvodů mytí letadel. Proto se v další části kapitoly budeme věnovat samotné korozi a následně pak způsobům její prevence



## 3.2 Koroze letounu

Díky pravidelné povrchové úpravě letounu, můžeme předcházet hlavnímu problému spjatého s drakem letounu - korozi. Povrchové ošetření letadla dříve sloužilo hlavně k estetickým účelům. V současné době je povrchová úprava zaměřena převážně k funkčním účelům (odolnost proti korozi, odolnost proti opotřebení, ...).

Do povrchových úprav patří všechny fyzikální, chemické a mechanické pochody, kterými nabývá povrch žádaných vlastností bez použití řezných nástrojů. Povrchová úprava se zabývá poznatky o vlastnostech povrchů materiálů, opotřebení korozí a otěrem (erozí) a v poslední řadě ochraně proti nim.

Mezi základní druhy koroze u letadel patří rozrušování kovů následkem jejich chemické reakce s okolním prostředím. Může probíhat v atmosféře nebo vlivem vody či nevhodně použitých chemických kapalin.

**Chemická koroze** znehodnocuje materiál přímým působením prostředí na kov. Procesy probíhají vlivem suchých plynů nebo kapalin nevodících elektrický proud. V obou případech jde o oxidaci, kdy se kov pokrývá tenkou vrstvou oxidů. Je-li tato vrstva celistvá, chrání kov před dalším působením kyslíku (ochranná vrstva). Většinou však vrstva celistvá není a korozi jen zpomaluje.

**Atmosférická koroze** je koroze, jejíž hlavní vlivy jsou klimatické jevy, jako je vlhkost vzduchu, teplota vzduchu a jeho znečištění. Korozní děj probíhá pod velmi tenkou vrstvou vody, nasycené rozpustnými složkami atmosféry (oxid siřičitý, uhelnatý, uhličitý, amoniak, chlorovodík...). Tento vodní film o tloušťce  $50 \div 150 \mu\text{m}$  vzniká kondenzací vodních par. Jeho vznik je závislý také na relativní vlhkosti vzduchu. Tato kritická relativní vlhkost vzduchu vzniká při 60% vlhkosti, kdy se začíná tvořit vodní film. Hlavní vliv má agrese korodujícího prostředí, jejíž možné stavy jsou popsány v tabulce (3.1)



1	Velmi nízká - atmosféry uzavřených, klimatizovaných místností, v nichž nedochází ke kondenzaci vody
2	Nízká - vztahuje se na prostory, v nichž dochází k občasné kondenzaci
3	Střední - odpovídá suchým klimatům
4	Vysoká - odpovídá vlhkým oblastem za působení atmosférických nečistot průmyslových měst, přístavů
5	Velmi vysoká

*Tab. 3.1 – Možné stavy agrese korodujícího prostředí*

U **koroze v kapalinách** je agresivita závislá na tvrdosti vody, hodnotě pH, množství plynů rozpuštěných ve vodě (kyslík) a na teplotě a proudění. Vody pro průmyslové účely (čistění letounu) se změkčují, chemicky upravují a odplyňují.

**Vibrační koroze** vzniká, jestliže se po sobě tře ocel s jakýmkoli materiálem za současného vibračního pohybu při mezních hodnotách součinitele tření. Protože korozní zplodiny oceli mají červenou barvu (hydratovaný  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), mluví se někdy o „krvácení materiálu“. Této korozi se čelí mazáním tuhými mazivy, jako je grafit a oxid molybdeničitý, popř. fosfátováním nebo difúzním sírováním.

Zásadní vliv na ochranu letadla proti korozi má vhodná volba materiálu, konstrukční a technologické úpravy, úprava korozního prostředí - snížení koncentrace škodlivých látek přidáním tzv. inhibitorů, které snižují rychlost koroze.



*Obr. 3.4 - Vibrační koroze na letounu [Aircraft Cleaning]*



*Obr. 3.5 - Povrchová koroze letounu [Aircraft Cleaning]*



*Obr. 3.6 - Povrchová koroze letounu [Aircraft Cleaning]*

### 3.3 Způsoby protikorozní ochrany letounu

Rychlost koroze zařízení lze omezit několika způsoby již při jejich navrhování.

Těmito způsoby jsou:

1. volba materiálu letounu
2. konstrukční a technologické řešení
3. ochrana úpravami korozního prostředí
4. elektrochemická ochrana
5. ochrana povlaky - kovové povlaky, nátěry, povlaky z plastů

V letecké technice je především důležitá volba materiálů, ze kterých se následně vyrábí drak letadla. Různé kovové materiály korodují za stejných podmínek různou rychlostí. Proto volba materiálu poskytuje první možnost omezení rychlosti koroze. Využívá se specifických vlastností kovů a jejich slitin a to zejména stálosti v různých prostředích. Tuto stálost mají ušlechtilé kovy, jejich slitiny a korozivzdorné oceli. V úvahu přicházejí i speciální plasty. Slitiny všech kovů jsou za jistých podmínek náchylné k nebezpečnému druhu koroze, tzv. strukturní korozi. Proto v důležitých případech, kdy nelze spolehlivě zjistit nejvhodnější materiál, se provádějí korozní zkoušky, při kterých jsou modelově dodrženy podmínky, ve kterých letoun či zařízení pracuje.

Konstrukční a technologické úpravy letounů patří k základním pravidlům, která by měla být vždy při konstrukci respektována. Patří mezi ně:

- a) zkrácení doby styku povrchu s agresivním korozním prostředím
- b) přizpůsobení konstrukce povrchovým úpravám

V důsledku nestejných korozních podmínek, či různého složení prostředí a materiálu v různých místech konstrukce může dojít v elektrolytech především ke vzniku korozního makročlánku. Je proto velice důležité se vyvarovat spojení dvou kovů, mající rozdílný korozní potenciál. Pokud k tomuto spojení již dojde, je třeba oddělit materiály vhodným izolátorem či povrchovou úpravou.

Ochranné povlaky jsou nejrozšířenějším způsobem protikorozní ochrany. Jsou často i nezbytným doplňkem estetického řešení výrobků.

Podle funkce dělíme povlaky:

1. Povlaky, které úplně izolují základní materiál od korozního prostředí. Musí být zcela souvislé a nepórovité. Patří sem povlaky z keramických smaltů, povlaky na oceli z ušlechtilých kovů.
2. Povlaky, které chrání základní materiál částečně na základě své elektrochemické funkce. Má-li kov vzhledem k základnímu materiálu zápornější potenciál, vytvoří v póru anodu. Rozpouští se a korozní zplodiny zabraňují dalšímu pronikání korozního prostředí k základnímu kovu. Tuto schopnost má zinek, kadmium a hliník.
3. Povlaky z materiálů, které mají schopnost odstraňovat z pronikajícího prostředí jeho složky urychlující korozi. Do tohoto typu patří nátěry, které jsou vždy propustné pro vodu a kyslík. Ochranná schopnost nátěrů je v tom, že základní nátěrová hmota obsahuje různé pigmenty s inhibičními účinky.

Nátěr je hotový souvislý povlak požadovaných vlastností, vzniklých nanesením a zaschnutím několika nátěrových vrstev na povrch letounu. Podle počtu vrstev rozeznáváme jednovrstvé a vícevrstvé nátěry. Aby se zabránilo korozi nátěrem, musí mít nátěrová hmota prvního základního nátěru takové vlastnosti, aby snížila rychlost koroze na minimum. Tuto funkci konají v nátěru pigmenty. Nátěrová hmota je souhrnný název pro všechny výrobky, jejichž pojivem je organická filmotvorná látka, která se nanáší v tekutém až těstovitém stavu vhodnou nanášecí technikou na předmět, aby na něm vytvořila nátěr předepsaných vlastností. Nejdůležitější součástí každé nátěrové hmoty je filmotvorná látka. Skládá se z filmotvorných látek organického původu a rozpouštědel.

## 4 Návrh inovací, zpracování technologického postupu

V této části bakalářské práce je mým úkolem zpracovat správný (doporučený) postup mytí malého letounu, který lze využít pro potřeby letiště.

Správný postup mytí letadla pomáhá udržet jeho mechanickou funkčnost, estetickou hodnotu a v poslední řadě i zdravotní nezávadnost. Hlavním důvodem čištění malých letadel je zabránění koroze, která může vést ke strukturální poruše nebo k potřebě předčasné výměny dílů. Kromě koroze, hromadění nečistot a mastnoty může personál při běžném mycím procesu předejít potenciálním problémům v průběhu klasické inspekce. Všele doporučuji udržovat letadla v čistotě a v případě znečištění se řídit daným postupem a používat pouze čisticí prostředky doporučené pro daný druh letounu.

### 4.1 Návrh postupu mytí letounu

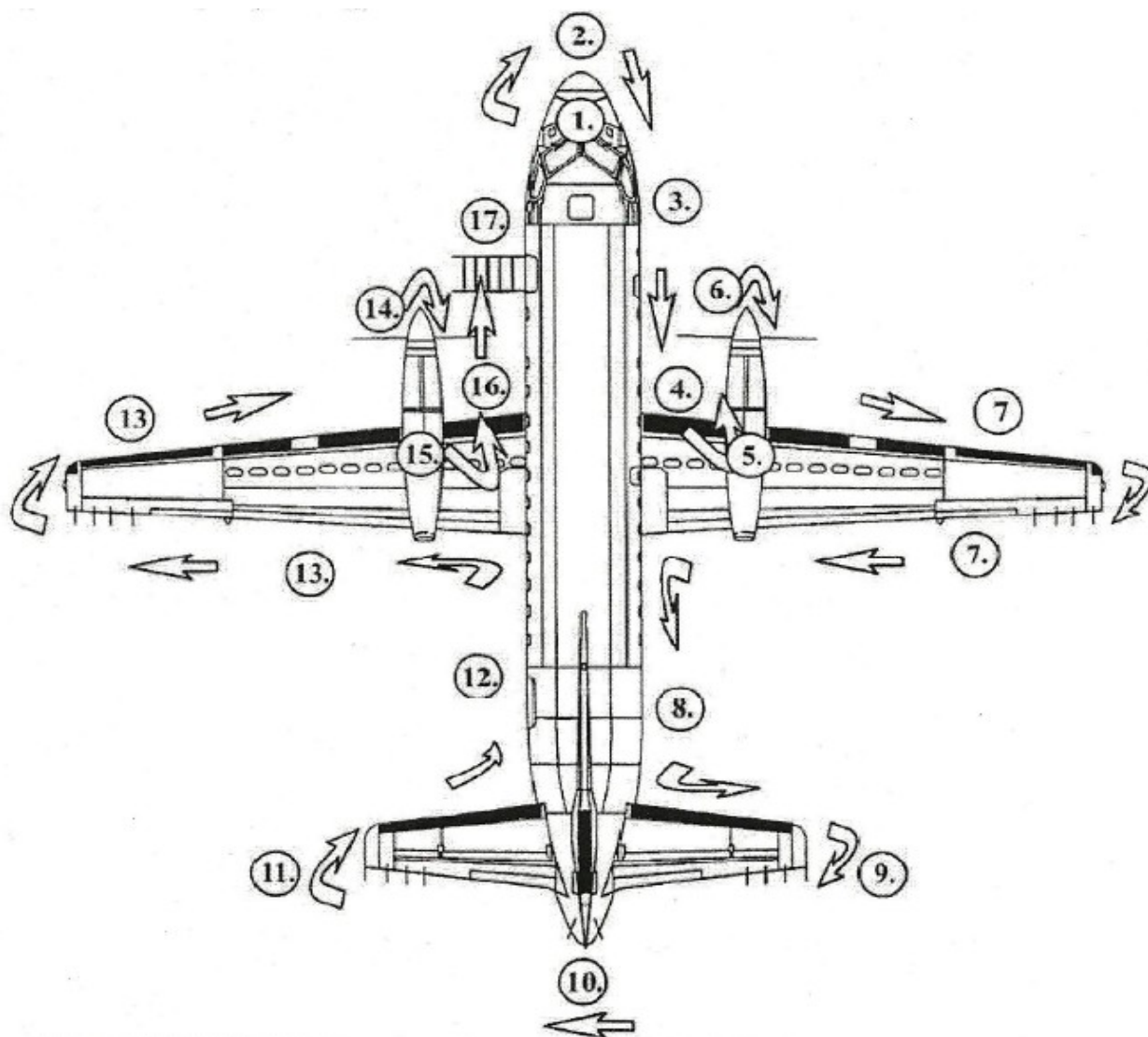
Navrhují použití následovného postupu:

Dříve než začneme samotným bodem číslo jedna v pracovním postupu, opláchneme celé letadlo pomocí hadice s vodou. Tím odstraníme mechanické nečistoty a prach, který může poškrábat povrch letadla při samotném procesu mytí. Dále již postupujeme dle přílohy nejprve z pravé strany od přední části k zádí a poté z levé strany od zadní části k přídí. Jako potřebné vybavení pro práci nám poslouží: čisticí kapalina, vysokozdvíhový vozík, kartáče s napojením na hadice s vodou a pěnový aplikátor pro použití čisticí kapaliny. V případě použití přenosného žebříku či vysokozdvížného vozíku musíme být obzvlášť opatrní, aby nedošlo k poničení povrchu letounu. Tento pracovní postup je určen pro 5 – 6 člennou skupinu pracovníků. Předpokládaný čas trvání procesu 4 – 5 hodin (přesné hodnoty času a množství použitého mycího média se určí v provozu)

Pracovní postup:

1. Pomocí kartáčů a čisticí kapaliny umyjeme příďový podvozek
2. Dále pak umyjeme přední část letounu
3. Pokračujeme v mytí přední pravé části trupu
4. Následuje mytí vnitřní strany pravého křídla
5. Dále umyjeme pravou část hlavního podvozku
6. Následně pak umyjeme pravou motorovou gondolu společně s vrtulí

7. Pokračujeme dále v mytí vnějšího pravého křídla a odtokové hrany
8. Pomalu přecházíme k mytí zadní pravé části trupu
9. Následuje mytí pravé strany ocasních ploch
10. Nyní se dostáváme k mytí zadní části letounu a pak následuje sled stejných úkonů, které jsme doposud vykonali situovaných na opačnou, čili levou stranu letadla
11. Začínáme mytím levé strany ocasních ploch
12. Pomalu přecházíme k mytí zadní levé části trupu
13. Pokračujeme dále v mytí vnějšího levého křídla a odtokové hrany
14. Následně pak umyjeme levou motorovou gondolu společně s vrtulí
15. Dále umyjeme levou část hlavního podvozku
16. Následuje mytí vnitřní strany levého křídla
17. A následně pak mytím přední levé části trupu se celý proces zakončí



Obr. 4.1 – Náskres postupu mytí letounu [Aircraft Cleaning]

Každý oddíl procesu mytí lze po jeho vykonání samostatně opláchnout. Tento postup je určený k mytí malých letadel, avšak od postupu mytí velkých letounů se liší pouze v použití vybavení.

Navrhují, aby použití protokolu o provedení údržby (mytí) letounu, bylo součástí každého procesu mytí. Tento protokol obsahuje důležité informace (model letadla, registrační značku, výrobní číslo, atd.) a slouží zároveň jako kontrolní, průvodní dokumentace o provedené údržbě na letadle. Je v něm zapsáno, jaké operace byly na letadle prováděny, kdo je provedl a případně kdo provedl zpětnou kontrolu.

Model:			Reg.:		
Druh práce:			EO no.:		
			Revize:		Počet stran:
Datum	Hlavní kvalifikace	Další kvalifikace	Zóna	Opraveno od:	Schváleno od:
Or. doc:					
		POPIS PRÁCE			
ML:					
Pt. no. / Spec.	QTY	Jméno	Poznámky		
TL:					
Pt. no. / Spec.	QTY	Jméno	Poznámky		

Obr. 4.2 - Protokol o provedení údržby (mytí) letounu [Aircraft Cleaning]



V závěru této kapitoly věnované návrhu inovací a zpracování technologického postupu bych rád uvedl doslovně přeloženou část manuálu na mytí Boeingů řady 737 - 600/700/800/900, jenž jsem měl jako studijní podklad k dispozici.

## **4.2 Manuál na mytí Boeingů řady 737 - 600/700/800/900**

Procedura mytí má jednotlivé úkoly a obsahuje naplánovanou činnost. K mytí celého letounu použijte vodu a určené speciální prostředky, se kterými Boeing umyjete. V poslední fázi dojde k vnější úpravě povrchu letounu pomocí leštění.

### **Čištění vnějšího povrchu letadla**

Nejprve se musíte ujistit, zda jsou veškeré kryty na draku uzavřeny a zda je všude správné těsnění. Tato procedura se provádí z důvodu předejití případných problémů, které by mohli ovlivnit bezpečnost letu. Procedura je popsána tak, aby byl správně vyčištěn vnější povrch letounu. Správné a pravidelné čištění napomáhá předejít rozežírání konstrukce a prodlužuje celkovou životnost letounu. Čištění povrchů, které nejsou opatřené ochranou barvou, se provádí častěji než čištění povrchů opatřené nátěrem.

**Upozornění:** V případě, že čistíte letoun, vždy musíte použít ochranný oděv, pomocí kterého předejdete případným zraněním. Kapaliny, které budete používat v této proceduře, mohou způsobit poškození kůže a očí nebo při nesprávném používání mohou poškodit i samotné letadlo. Čisticí prostředky mohou způsobit rozežírání v případě, že nejsou úplně odstraněny z letounu. Rozpouštědla, která se užívají k mytí Boeingů společně s čisticími prostředky, jsou hořlavá. Rozpouštědla držte v bezpečné vzdálenosti od zdrojů tepla.

#### Mytí letounu zahrnuje tyto procedury:

- a) Odstranění povrchové nečistoty (prachu) z hladkých povrchů
- b) Odstranění mírně těžké nečistoty (oleje a bláta) z hladkých povrchů
- c) Odstranění těžké nečistoty (tuku a částicek výfukových spalin) z hladkých povrchů
- d) Odstranění materiálu kolem citlivých součástí
- e) Odstranění uniklého hydraulického oleje
- f) Čištění pěnou



V oblastech, které obsahují mechanické, elektrické či hydraulické součásti, užívejte speciálně upravené čističe pro jemný materiál. Tyto oblasti zahrnují podběhy kol, letové řídicí plochy a podvozek. V první řadě je důležité odstranit mírně těžké a těžké nečistoty. Pak teprve očistěte letadlo od povrchových nečistot jako je prach.

Pro umytí velké oblasti, užívejte nerozprašující rozstřikovací vybavení a kartáče. Pro umytí malé oblasti, užívejte hadry, kartáče a mycí houby. Z důvodu zabránění vysychání čisticích prostředků na povrchu letounu, nečistěte náraz velkou plochu ještě před tím, než stačíte povrch opláchnout vodou. Následně pak očistěte okna letounu z venku a poté i z vnitřní části.

Všechny čisticí prostředky by měly splňovat požadavky D6 - 17487 v souvislosti s vyhodnocováním materiálů pro údržbu letadel.

**Upozornění:** V případě, že je jeden a více přípravků (nástrojů) uvedených pod stejným referenčním číslem, tak tyto uvedené nástroje (přípravky) jsou samy pro sebe alternativami v rámci stejné série letadel. Nástrojová čísla, která jsou nahrazena nebo nebyla k dostání, jsou označena zkratkou „OPT.“, což znamená, že jsou volitelná.

### **Návod na smíchání čističe**

Alkalické čističe (na vodní bázi) se smíchají v poměru uvedeném v tabulce [příloha 1]. Pro namíchání rozpouštěcí emulze smíchejte čističe v poměru uvedeném v tabulce - rozpouštěcí emulzní čistič. Pro namíchání hodně silného čističe, smíchejte čistič, v poměru uvedeném v tabulce - silné čističe.

**Upozornění:** Buďte velmi opatrní při čištění letadla za velmi horkého počasí. Rozpálený povrch může vysušit čisticí prostředky dřív, než je smyjete vodou. Zaschlé čističe mohou poškodit povrch letadla. Všechno příslušenství s obsahem hořlaviny, které používáte, uchovávejte daleko od zdrojů tepla. Pokud fouká vítr, ujistěte se, že rozpouštědla nemohou spadnout na zdroj elektřiny či horkých součástek. Uchovávejte všechno příslušenství, které budete používat a které obsahuje hořlaviny, daleko od zdrojů tepla. Proveďte statické uzemnění. Vypněte elektřinu, vypněte (odpojte) vnější zdroj. Zavřete všechny pasažérské dveře, cargo dveře, únikové východy a zabezpečte přístup ke všem dveřím a panelům.

**Upozornění:** Pokud se dveře nedají zavřít, protože probíhá jiná údržba, dbejte na to, aby se kapalina nedostala do prostoru kabiny. Když je pitotní snímač přikryt, ujistěte se, že je klimatizace viditelně odpojena. Navíc zanechejte vzkaz (značku) v pilotní kabině jako připomínku, že je snímač odpojen. Nedodržení tohoto postupu a následně pak neodstranění zakrytí tohoto snímače před letem, může způsobit vážné problémy při snímání rychlosti letu a nadmořské výšky, které mohou vést ke ztrátě bezpečnosti během letu.

**Upozornění:** Používejte kryty, černou polyethylenovou folii a žlutou vinylovou nepřilnavou pásku, abyste udrželi kapaliny mimo plochy, které obsahují mechanické, elektronické nebo hydraulické součástky. Kapaliny, které se dostanou do těchto prostor, mohou vyvolat korozi, zamrznutí během letu nebo odstranění potřebných lubrikantů. Když jsou motory zakryté, nemělo by být s nimi manipulováno, protože hrozí utržení krytů a následně pak poničení motorů. Umístění krytů na součásti je důležité z důvodu zamezení kontaminaci. Ujistěte se, že kryt snímače je v dobrém stavu bez známek poškození, zejména, že není okolo otvírání roztřepen. Roztřepené kousky v kombinaci s jinými substancemi jako je špína a mastnota mohou způsobit ucpání snímače.

Nainstalujte kryt na snímač pitotovy trubice na trupu letadla. Nainstalujte kryt na snímač úhlu náběhu. Nainstalujte kryt snímače pro celkovou teplotu vzduchu. Následovně nainstalujte kryty motorů. Motory by neměly být opravovány zakryté, protože by se kryt mohl odtrhnout a zničit motor. Nikdy za žádných okolností nestříkejte spreje nebo vodu přímo do kteréhokoliv otvoru níže uvedeného, mohlo by to způsobit vážné poškození letadla. K zaslepení některých otvorů používejte vinylovou nepřilnavou pásku a černou polyethylenovou folii.

**Upozornění:** Když je statický port přikrytý, ujistěte se, že snímač je viditelný ze země. Použijte barikádovací pásku G02443, která překryje všechny alternativní statické porty dostačujícím způsobem. Nedávejte žlutou vinylovou nepřilnavou pásku přes díry statických portů. Vyčistěte prostor okolo každého statického portu rozpouštědlem a vysušte čistým hadrem tam, kde budete dávat žlutou pásku. Dejte přibližně metrový kus barikádovací pásky přes díry statických portů a zabezpečte horní roh 13cm dlouhým proužkem nepřilnavé pásky.

**Upozornění:** Uhlad'te žlutou vinylovou pásku na povrchu letadla. Přilepte kouskem žluté pásky každý vertikální roh barikádovací pásky G02443. Barikádovací páska by měla být

podélně, aby byla vidět ze země. Na všechny hlavní statické porty použijte následující postup pro překrývání portů. Nepoužívejte žlutou vinylovou nepřilnavou pásku k zakrytí děr statických portů.

Vyčistěte prostory okolo každého statického portu a osušte je suchým hadrem tam, kde použijete žlutou vinylovou nepřilnavou pásku. Zopakujte postup i u zbylých dvou statických portů. Použijte umělohmotné obaly na zakrytí součástek. Všechny součástky jsou následně specifikovány v sestavách:

- Aileron Power Control Unit / Figure 203
- A / P Aileron Actuator / Figure 204
- Figure 205
- Nose Gear Wheel Bearings / Figure 206

Zakryjte ložiska kol a převodovky před tím, než začnete čistit letadlo. Voda nebo čisticí směsi by mohli způsobit poškození ložisek nebo převodovky. Zakryjte ložiska kola převodovky plastovými obaly před tím, než začnete letadlo mýt.

**Upozornění:** Noste oblečení a doplňky, které vám zabrání poškození kůže a očí. Mokrý povrch letadla mohou být nebezpečné, když se po nich chodí. Používejte gumové rukavice a bezpečnostní brýle, abyste zabránili poškození kůže a očí. Stůjte s obuví v kapalině, která byla použita na čištění letadla, pouze na dobu nezbytně nutnou. Ujistěte se, že směs vody a čističe se nedostane do ocelových nebo hliníkových brzd. Kontaminace může způsobit u těchto brzd snížení brzdného účinku. Ujistěte se, že brzdy byly zakryty. Nepoužívejte čistič, pokud nebyl smíchán. Takový přípravek může způsobit korozi na povrchu letadla. Vyzkoušejte čistič před použitím. Pokud nevypadá, že je namíchaný, namixujte ho ještě jednou a vyzkoušejte ho znovu po uplynutí 1 hodiny. Pokud se čistič nesmíchá, vyřaďte ho. Dobře smíchaným čističem vyčistěte letadlo.

Odstraňte lehké znečištění (prach a špínu) z hladkých povrchů. Nepoužívejte čističe ve vyšších koncentracích, než je uvedeno v tabulce. Vyšší koncentrace mohou způsobit zničení akrylových oken, rozleptání natřených povrchů a korozi kovů. Nepoužívejte vysokotlaké spreje na vyčištění mechanických, elektronických, nebo hydraulických dílů.

Kapaliny, které se dostanou do těchto míst, mohou způsobit korozi, zamrznutí během letu nebo odstraní důležité lubrikanty.

Po umytí povrch letounu usušte. Kolem škrábanců používejte „Scotch Flatback“ krycí pásku 250, G00270. Ujistěte se, že škrábanec není více než 1 / 32 palce (0,794 mm).

**Upozornění:** Předejdte vniknutí penetračního prostředku do očí, na kůži nebo na oblečení. Pokud se Vám dostane penetrační prostředek do očí, okamžitě důkladně oči vypláchněte vodou. Pokud se Vám dostane penetrační prostředek na kůži, okamžitě důkladně kůži opláchněte vodou. Ujistěte se, že před použitím čistícího penetračního přípravku máte ochranné brýle nebo ochranný obličejový štít. Dále zkontrolujte, že máte při přípravě penetračního přípravku oblečené odolné rukavice.

Penetrační prostředek připravte takto: Smíchejte 200 gramů směsi dusičnanu draselného E00056 a 100 gramů B00232 s dostatečným množstvím vody, aby vznikl jeden litr penetračního roztoku.

**Upozornění:** Předejdte vniknutí penetračního prostředku do očí, na kůži nebo na oblečení. Pokud se Vám dostane penetrační prostředek do očí, okamžitě důkladně oči vypláchněte vodou. Pokud se Vám dostane penetrační prostředek na kůži, okamžitě důkladně kůži opláchněte vodou. Ujistěte se, že aplikujete penetrační prostředek pouze na škrábance. Penetrační prostředek může způsobit poškození povrchu, pokud je aplikován jinde než na škrábance na povrchu. Naneste jednu kapku penetračního roztoku špičkou párátko na nejhlubší část škrábance. Použijte minimální množství penetračního prostředku nezbytného k průniku do spodní části škrábance. Je-li reakce pozitivní, okamžitě důkladně vypláchněte škrábanec vodou. Nenechte penetrační prostředek působit více než tři minuty. Pokud se spodní část škrábance zbarví do černa, znamená to, že škrábanec pronikl do kovu.

**Upozornění:** Přidávejte vždy jen kyselinu do vody. **Nikdy nepřidávejte vodu do kyseliny, protože mohou nastat prudké reakce.**

**Upozornění:** Předejdte vniknutí kyseliny dusičné do očí, na kůži nebo na oblečení. Pokud se Vám dostane kyselina dusičná do očí, okamžitě důkladně oči vypláchněte proudem vody. Pokud se Vám dostane kyselina dusičná na kůži, okamžitě důkladně kůži opláchněte

vodou. Ujistěte se, že při přípravě kyseliny dusičné máte respirátor a kyselinovzdorné rukavice.

### **Příprava roztoku kyseliny dusičné**

Smíchejte jeden díl kyseliny B00047 se dvěma až třemi díly vody. Naneste jednu kapku roztoku kyseliny dusičné do škrábance a Nechte roztok kyseliny dusičné působit na škrábanec po určitou dobu - půl až jedna minuta. Vypláchněte škrábanec čistou vodou.

Uchovávejte chemické prostředky mimo dosah jisker, plamene a tepla. Chemicky přeměněné povlaky jsou jedovaté, hořlavé a mohou způsobit zranění osob a poškození zařízení. Jestliže byl ošetřený povrch přeměněn předtím, než byl vyleštěn, proveďte nový nátěr povrchu. Pokud poškrábání proniklo až na hliník, použijte následující postup. Očistěte prostor kolem škrábanců. Je-li povrch silně poškrábaný, rozetřete jej pro zjemnění jemným nebo velmi jemným abrazivem G00251.

### **Leštění pomocí brusky**

Leštěte sloučeninou Schaffner No. 521 white, dokud všechny šedé části nejsou odstraněny. Poté naneste zeleně zbarvenou směs č. 4094. Vždy vyčistěte povrch rozpouštědlem před změnou na jinou sloučeninu. Odstraňte uschlé zbytky materiálu z kotouče pomocí rašple nebo hrubým kartáčem. Použijte správnou leštící směs pro leštící kotouč. Držte leštící kotouč rovnoběžně se směrem, kterým leštíte. Leštěte zepředu dozadu. Použijte dostatečný tlak k odstranění skvrn a škrábanců. Používejte leštící kotouč ve správném směru, aby skončil v dobrém stavu. Použijte platné leštící směsi na leštící kotouč. Často odstraňujte zbytky materiálu. Odstraňte zbytky materiálu z povrchu letounu pomocí stěrky a rozpouštědla.

Použijte rozpouštědla na těžké leštění materiálu, aby byly dostatečně měkké před setřením. Vyčistěte vnější povrch letadla v místě leštěné plochy. Nalijte vodu na povrch a ujistěte se, že voda vytváří kapky. Jestliže byl ošetřený povrch přeměněn předtím, než byl vyleštěn, je nutné povrch opatřit novým nátěrem.

K leštění povrchu opravující poškození, vzniklé penetrací odhaleného hliníku používejte bavlněné stěrky G00034, určené k vyčištění poškozené oblasti. Otřete opatrně poškozené oblasti, aby se zabránilo poškrábání. Odstraňte otřepy na okraji a naneste mazivo D00504 na leštící zařízení STD - 1206. Ošetřete oblast poškození, aby se minimálně zvedala. Použijte leštící zařízení na opravené plochy tak, aby oblast měla hladký povrch. Pokud leštěné plochy ladí s okolní plochou, další práce pro zjemnění povrchu či jeho úplného vyleštění nejsou potřebné

### **Čištění (mytí bez vody) vnějšího povrchu letounu**

Vyčistěte letoun pomocí suchého mycího materiálu. Přesuňte klapky, do polohy plně zasunut. Použijte suchý mycí materiál v oblasti, kterou budete čistit čistým hadrem nebo“ Scotch-Brite Typ S“ G50398. Nechte čištěný materiál v suchu dle doporučení výrobce. Otřete oblast čistým a suchým hadříkem. Zkontrolujte všechny oblasti, které byly právě vyčištěny, abyste se ujistili, že všechny nečistoty a kontaminující látky byly odstraněny. Vraťte letadlo zpět do obvyklé polohy.

Neodstraněné obaly z Pitotovy trubice před letem mohou způsobit velké chyby v ukazatelích rychlosti a nadmořské výšky, které mohou vést ke ztrátě bezpečnosti letu.

**Upozornění:** Odstraňte všechny kryty. Motory by neměly být provozovány s kryty, protože kryty by mohli způsobit poškození motorů. Zajistěte, aby kryty snímačů byly v dobrém stavu bez poškození, zejména třepení kolem otevřených krytů. Roztřepená vlákna z krytů v kombinaci s jinými látkami, jako třeba špína, mastnota a kapaliny mohou způsobit poškození snímačů. Odstraňte všechny kryty z Pitotovy trubice, detektoru ledu, snímače úhlu náběhu, vstupu motoru a výstupu turbíny.

**Upozornění:** Neodstraněné záslepky a vinylové lepicí pásy kryjící **STATICKE PORTY** před letem mohou způsobit velké chyby při snímání rychlosti a výšky, které mohou vést ke ztrátě bezpečnosti letu. Odstraňte všechny krycí pásy, obaly lepicí pásy G02443, G00252 a vinylové lepicí pásy „Scotch“ No. 471 G02219 z otvorů pro statické porty. Zkontrolujte každý statický port, zda není nutné použít rozpouštědlo B00083 nebo ekvivalent, pro odstranění všech zbytků pásy, špíny a jiné nečistoty ze všech statických portů. Nakonec odstraníme štítek „statické porty zakryty“ z levého ovládacího pultu v pilotní kabině.

## **5 Zhodnocení cílů bakalářské práce**

Primárním cílem této bakalářské práce bylo získání komplexního náhledu na problematiku technologie mytí vnějšího povrchu letadla, návrhu vlastního řešení, které by usnadnilo práci zaškolenému personálu údržby letadel a následného porovnání se současným stavem. Práce je rozdělena do 3 hlavních částí, které dohromady splňují požadavky stanovené v cíli bakalářské práce



## 6 Závěr

V první části mé bakalářské práce je zpracována teorie mytí letounu. Tato část zmiňuje důvody, jež vedou k mytí letadel, popisuje možnosti a druhy samotného mytí, pojednává o zařízeních vhodných pro mytí velkých, středních a malých letadel včetně jejich podvozků (Elephant Beta - 15 DeIcer, Elephant Beta Aircraft DeIcer, Compact DeIcer Sigma, DeIcer - UWD) a na závěr obsahuje popis systému ohřevu směsi a technologie mísení této směsi určené k již, v této kapitole, výše zmíněnému odmrazování povrchu letounu

Druhá část práce popisuje rozbor samotného procesu mytí letounu. Rozebírá postupy při mytí letounu, upozorňuje na časté chyby, jichž se provozovatelé dopouští, a věnuje se jednomu z hlavních důvodů mytí letadla - korozi draku a následně pak i antikorozi ochraně letounu.

Ve třetí, finální části práce jsem se zabíral vlastním návrhem inovací technologie mytí vnějšího povrchu letadla, jenž by měl vést k efektivnějšímu provedení samotného procesu mytí a zlehčení tak pracovního zatížení personálu údržby letounu. Tato sekce dále obsahuje doslovně přeloženou část manuálu pro údržbu Boeingů řady 737 - 600/700/800/900, jenž detailně popisuje proces mytí tohoto letounu, upozorňuje na případné chyby a jistá nebezpečí, která vyplývají z konané práce.

Bakalářská práce mi jako celek přinesla spoustu nových informací a znalostí, které mi v budoucnu, v profesi zabývající se údržbou letecké techniky, budou jistě prospěšné.

Na závěr bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce za odborný dohled a zprostředkování potřebných materiálů, bez kterých by tato práce nemohla být zpracována.

## 7 Použitá literatura

- [1] BOEING COMPANY, *THE 737-600/700/800/900 AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL*. 2010, 1330 s.
- [2] BOEING COMPANY, *THE 737-300/400/500 AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL*. 2010, 1345 s.
- [3] WOLOSZCZUK, R. *STAVBA, ÚDRŽBA A OPRAVA LETOUNŮ*. 1963, 247 s.
- [4] AIRBUS COMPANY, *THE A310 AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL*. 2004, 2910 s
- [5] Materiály firmy Vestergaard, obsahující technické specifikace mycích strojů, jejich vlastnosti a možnosti využití
- [6] Vlastní materiály získané praxí na letišti během studia
  
- [7] [www.faa.gov](http://www.faa.gov) (20. března 2011)
- [8] [www.gvestergaard.com](http://www.gvestergaard.com) (28. března 2011)
- [9] [www.technoplusservice.com](http://www.technoplusservice.com) (10. dubna 2011)
- [10] [www.airtoground.com](http://www.airtoground.com) (1. května 2011)

## **Přílohy**

### Seznam příloh:

I)	Alkalické čističe.....	I
II)	Čištění Boeingu 737 - 600/700/800/900.....	II
III)	Čištění podvozku Boeingu 737 - 600/700/800/900.....	III
IV)	Požadavky D6 – 1797.....	IV

## I) Alkalické čističe

Table 201/12-40-00-993-801 Water Base Alkaline Cleaners

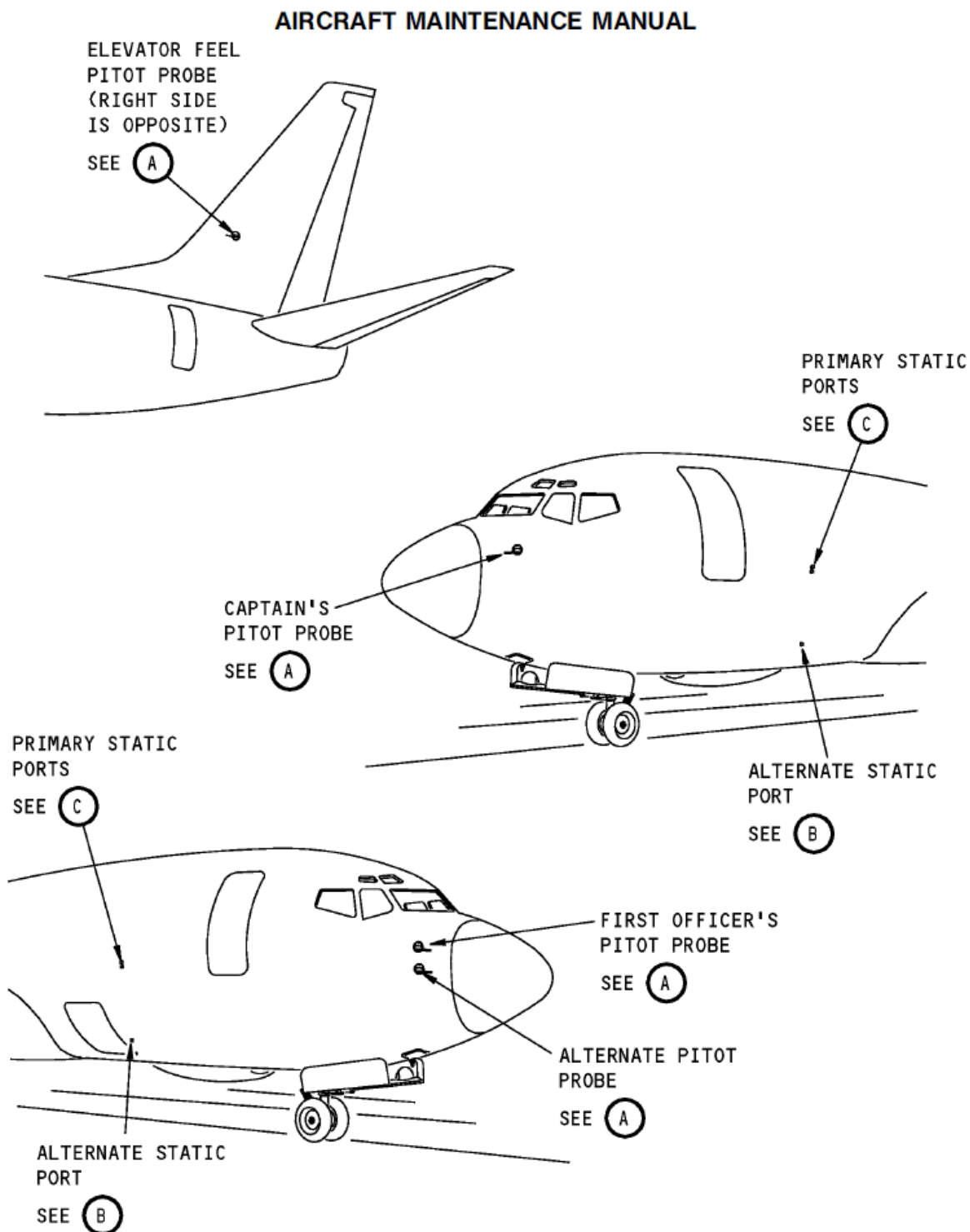
Dilution Ratios (Number of Volumes of Water per One Volume of Cleaner)			
Cleaner	Lightly Dirty	Moderately Dirty	Very Dirty
GMC 528B cleaner, B00003 <sup>*[1]*[2]</sup>	7	3	2
Kelite Spraywhite, B50093	10	4	2
Super Bee 210 cleaner, B50114	10	4	2
Ardrox 6025 cleaner, B01023	9	5	1
Metaclean AC solvent, B00434	10	4	2
Dubois C-1102 cleaner, B00013	10	4	3
Calla 301 cleaner, B00014	10	4	3
Turco Jet Clean E cleaner, B00325	10	5	3

\*[1] Solution should not be allowed to contact acrylic plastics – crazing may occur.

\*[2] This cleaner should not be used on exterior decorative areas painted with BMS10-4 enamel.

*Tabulka hodnot alkalického čističe [AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL]*

## II) Čištění Boeingu 737 - 600/700/800/900

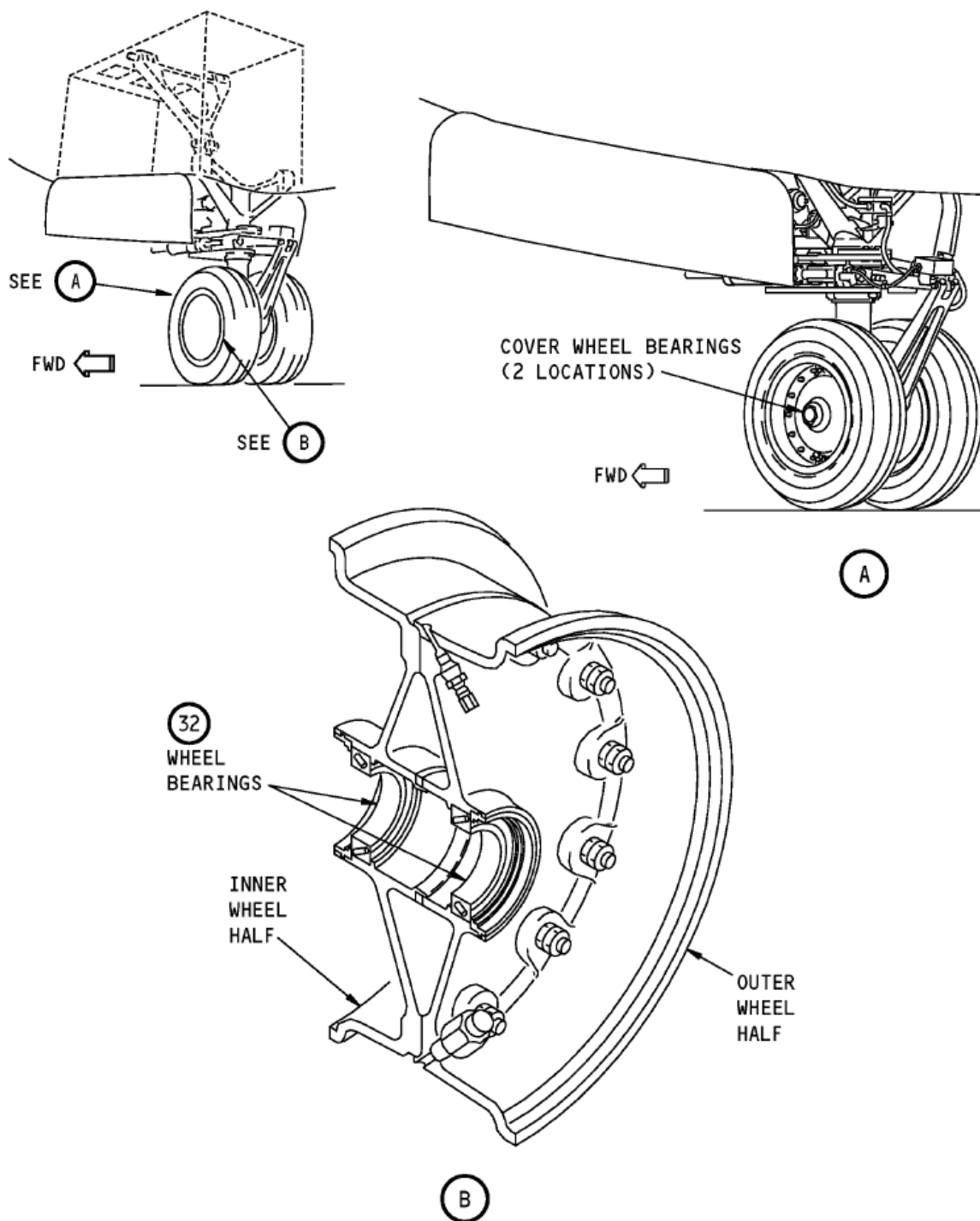


**Pitot Static System - Component Location**  
**Figure 201 (Sheet 1 of 2)/12-40-00-990-809**

*Označení míst pro zaslepení při mytí Boeingu [AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL]*

### III) Čištění podvozku Boeingu 737 - 600/700/800/900

#### AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL



Nose Gear Wheel Bearings  
Figure 206/12-40-00-990-815

Nákres čištění podvozku Boeingu [AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL]

#### IV) Požadavky D6 - 1797

Všechny čisticí materiály by měly splňovat požadavky D6 - 17487

<u>REFERENCE</u>	<u>TITLE</u>
12-16-02-100-	Clean the Glass Flight Compartment Windows --- Inner Surface(P/B 301)
12-16-03-100-801	Clean The Passenger Compartment Windows (P/B 301)
12-26-00 P/B 301	CABLE LUBRICATION - SERVICING
20-40-11-910-801	Static Grounding (P/B 201)
24-22-00-860-814	Remove External Power (P/B)

#### Tools/Equipment

<u>REFERENCE</u>	<u>DESCRIPTION</u>
COM-1501	Kit - Engine Cover (Part #: BBJ-2001-JB-R, Supplier: 4VVY1, A/P Effectivity: 737-600, -700, -800, -900, -BBJ)
COM-1503	Cover - Probe, Pitot Static (Part #: KPC3-480-325, Supplier: 0P9C7, A/P Effectivity: 737-600, -700, -700C, -700ER, -700QC, -800, -900, -900ER, -BBJ)
COM-1509	Cover - Protective, Main Landing Gear Wheels/Brakes (Part #: WL07J99, Supplier: 8M213, A/P Effectivity: 737-600, -700, -700C, -700ER, -700QC, -800, -900, -900ER, -BBJ)
COM-1516	Cover - Engine Inlet, CFM56-7 (Part #: WL14L96A, Supplier: 8M213, A/P Effectivity: 737-600, -700, -700C, -700ER, -700QC, -800, -900, -900ER)
COM-1517	Cover - Engine Exhaust, CFM56-7 (Part #: WL15L96A, Supplier: 8M213, A/P Effectivity: 737-600, -700, -700C, -700ER, -700QC, -800, -900, -900ER)
COM-1519	Cover - Protective, Total Air Temperature Probe (Part #: FTC102, Supplier: 0P9C7, A/P Effectivity: 737-ALL)
COM-2499	Cover - Vane, Angle of Attack (Part #: R/C-AOAC-2, Supplier: 0P9C7, A/P Effectivity: 737-600, -700, -700C, -700ER, -700QC, -800, -900, -900ER, -BBJ)
SPL-1508	Pole - Pitot/Static Cover Removal/Installation (Part #: A10002-7, Supplier: 81205, A/P Effectivity: 737-600, -700, -700C, -700ER, -700QC, -800, -900, -900ER, -BBJ)
STD-1086	Gloves - Rubber
STD-1137	Glasses - Safety



## Consumable Materials

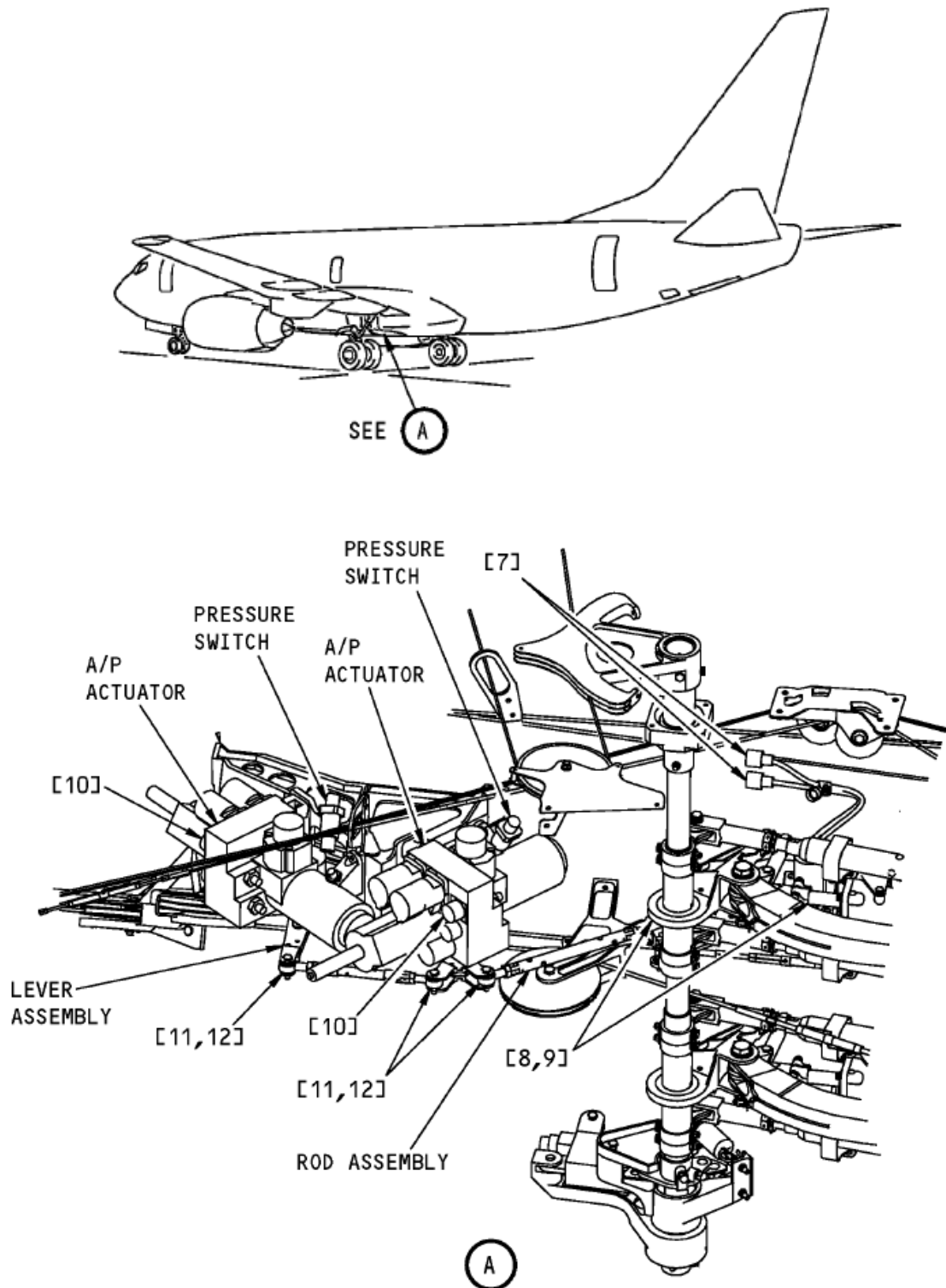
<u>REFERENCE</u>	<u>DESCRIPTION</u>	<u>SPECIFICATION</u>
B00003	Cleaner - Emulsion Alkaline - GMC 528B	
B00013	Cleaner - Alkaline - Dubois C-1102	
B00014	Cleaner - Aircraft, Multipurpose - Calla 301	
B00083	Solvent - Aliphatic Naphtha (For Acrylic Plastics)	TT-N-95 Type II, ASTM D-3735 Type III MIL-C-43616
B00314	Compound - Aircraft Surface Cleaning	
B00325	Cleaner - Alkaline - Turco Jet Clean E	
B00434	Solvent - Alkaline - Metaclean AC	
B01023	Cleaner - Primary - Ardrex 6025	
B50085	Solvent - Skykleen 1000 BAC5750 PSD	6-80, PSD 9-22
B50093	Soap - Liquid - Kelite Spraywhite BAC5507	
B50114	Cleaner - General Purpose, Super Bee 210 AMS	1526A,AMS 1530B,~ D6-17487 Rev N,D6-7127 Rev K, DPM 5216 ASTM D2103 (Supersedes L-P-512)
G00252	Film - Polyethylene Film And Sheeting	
G02219	Tape - Yellow Vinyl Adhesive, Scotch Brand No.471, 1.5 Inches (38.1 mm) Wide	
G02443	Tape - Barricade, Non-Adhesive, Orange, 3 (76 mm) Inches Wide, 4 mils (0.102 mm) Thick, "REMOVE BEFORE FLIGHT"	
G02444	Tag - Red Paper, "STATIC PORTS COVERED" - 3 inches (76.2 mm) Wide, 6 inches (152.4 mm) Long	
G02447	Tag - Red Paper, "PITOT PROBES COVERED" - 3 inches (76.2 mm) Wide, 6 inches (152.4 mm) Long	
I		

**Table 204/12-40-00-993-809 Wheel Well Component Protection**

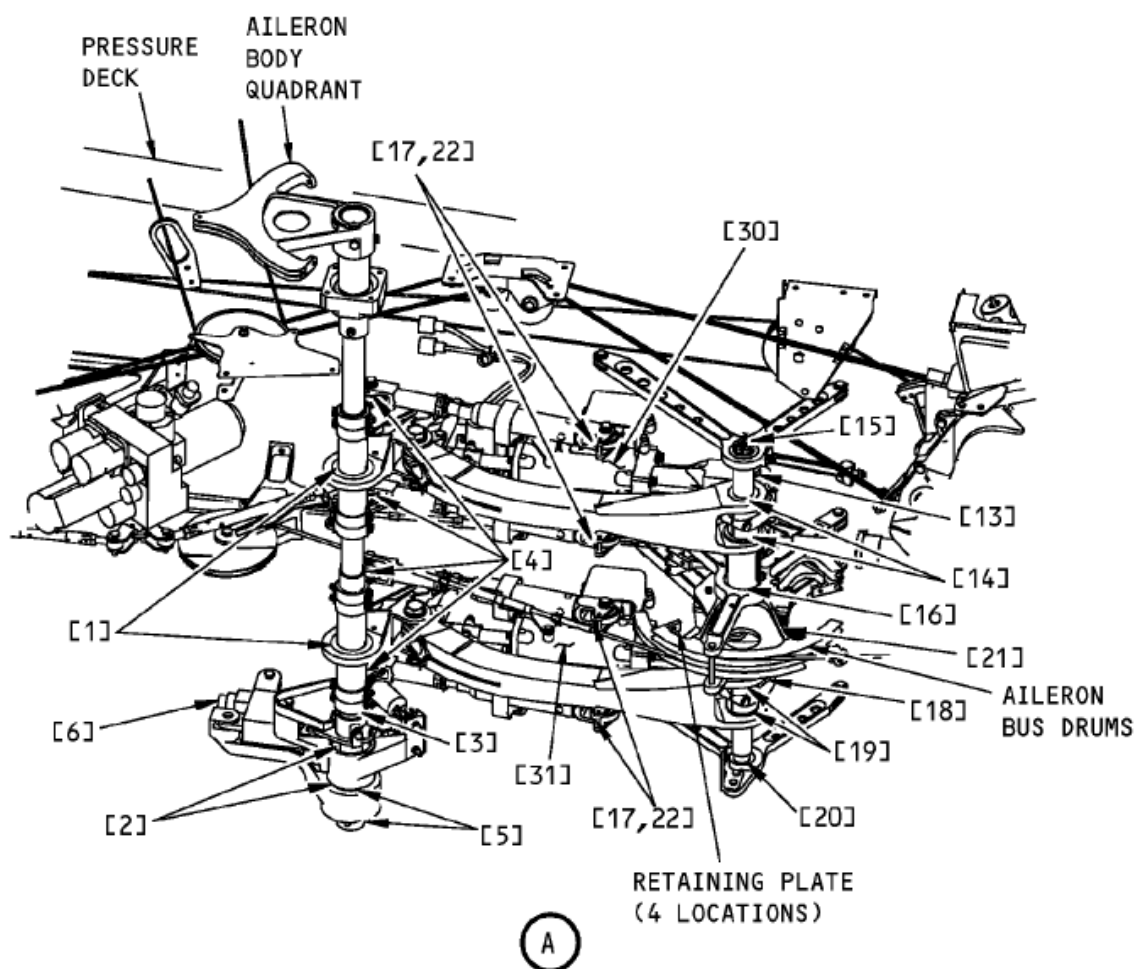
<u>DESCRIPTION</u>	<u>LOCATION</u>	<u>FIGURE/NUMBER</u>
Aileron Centering Mechanism Assembly		
Aileron Upper Reaction Support Assembly		
Bearing	1	203
Bearing	2	203
Centering Cam Follower		
Bearing	3	203
Lever Assembly		
Bearing	4	203
Aileron Lower Reaction Support Assembly		
Bearing	5	203
Aileron Trim Mechanism		
Aileron Trim Actuator/Electrical Connector	6	203
Aileron Position Sensor		
Transmitter/Electrical Connector	7	204
Rod Assembly/Bearings	8,9	204
Aileron Control Autopilot Actuator		
Autopilot Actuator/Electrical Connector	10	204
Rod Assembly/Bearings	11,12	204
Power Control - Aileron Control		
Power Control Assembly (B System)	30	203
Bearing	13	203
Bearing	14	203
Support Assembly (Upper)		
Bearing	15	203
Bearing	16	203
Lever Assembly		
Bearing	17	203
Power Control Assembly (A System)	31	203
Bearing	18	203
Bearing	19	203
Support Assembly (Lower)		
Bearing	20	203
Support Assembly		
Bearing	21	203
Lever Assembly		
Bearing	22	203
Quadrant - Spoiler Control		
Shaft Assembly		
Bearing	23	205
Support Assembly		
Bearing	24	205
Cartridge Assembly		
Rod End Bearing	25	205
Casing Assembly		
Rod End	26	205
Spoiler - Mixer Assembly	27	205
Spoiler Ratio Changer Assembly	28	205
Ground Spoiler Control Valve Assembly and Rod Bearings	29	205
Nose Landing Gear Wheel Bearings	32	206
Boost pump low pressure switch	33, 34, 35	207



**737-600/700/800/900**  
**AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL**



**A/P Aileron Actuator**  
**Figure 204/12-40-00-990-813**



Nákres ovládacího segmentu křidélek a jeho umístění v draku Boeingu  
 [AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL]